

ISSN 2077–4893

# АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ



**202018**

---

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  
<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 № 4 від 27.04.2018 р.)  
Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 21008-10808 ПР від 15.10.2014**

---

---

Підписано до друку 5.06.2018 р. Формат 70×100/16. Друк офсетний.  
Ум. друк. арк. 9,67. Наклад 250 прим. Зам. № АЕ-02–18.

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

---

---

# АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

---

---

2•2018



КИЇВ • 2018

## EDITORIAL BOARD

### Editor-in-chief

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

### Executive Secretary

**DEMYANYUK O.**, Doctor of Agricultural Science, Senior Researcher

### Output editor

**RYZHYKOVA L.**

- |  |   |
|--|---|
| <b>BOYKO A.</b> ,<br><i>Doctor of Biological Science, Prof., Full member of NAAS</i>                       | <b>PARPAN V.</b> ,<br><i>Doctor of Biological Science, Prof.</i>  |
| <b>BORODAY V.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Prof.</i>  | <b>PARFENYUK A.</b> ,<br><i>Doctor of Biological Science, Prof.</i>   |
| <b>BULYGIN S.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Prof., Full member of NAAS</i>                   | <b>PRISTER B.</b> ,<br><i>Doctor of Biological Science, Full member of NAAS</i>                                 |
| <b>GRYNYK I.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Prof., Full member of NAAS</i>                    | <b>SOZINOV O.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Prof., Full member of NAS of Ukraine and NAAS</i>     |
| <b>GUDKOV I.</b> ,<br><i>Doctor of Biological Science, Prof., Full member of NAAS</i>                      | <b>STADNYK A.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Prof., Full member of EAS of Ukraine</i>              |
| <b>DREBOT O.</b> ,<br><i>Doctor of Economic Science, Prof., Corresponding member of NAAS</i>               | <b>TARARIKO O.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Prof., Full member of NAAS</i>                       |
| <b>YEHOROVA T.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Senior Researcher</i>                           | <b>CHABANIUK Ya.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Senior Researcher</i>                              |
| <b>ZHUKORSKYI O.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Prof., Corresponding member of NAAS</i>       | <b>CHOBOTKO G.</b> ,<br><i>Doctor of Biological Science, Prof.</i>  |
| <b>ZARYSHNYAK A.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Prof., Full member of NAAS</i>                | <b>SHERSTOBOEVA O.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Prof.</i>  |
| <b>ISAYENKO V.</b> ,<br><i>Doctor of Biological Science, Prof.</i>   | <b>SHERSHUN M.</b> ,<br><i>Doctor of Economic Science, Senior Researcher</i>                                    |
| <b>IUTYNSKA G.</b> ,<br><i>Doctor of Biological Science, Prof., Corresponding member of NAS of Ukraine</i> | <b>ALEKNAVICIUS P.</b> ,<br><i>Doctor of Social Science, Prof. (Lithuania)</i>                                  |
| <b>KONISHCHUK V.</b> ,<br><i>Doctor of Biological Science, Senior Researcher</i>                           | <b>ZHEKONIENE V.</b> ,<br><i>Doctor of Biomedical Science, Prof. (Lithuania)</i>                                |
| <b>KOPYLOV E.</b> ,<br><i>Doctor of Biological Science, Senior Researcher</i>                              | <b>KOLMYKOV A.</b> ,<br><i>Doctor of Economic Science (Belarus)</i>   |
| <b>KUCHMA M.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science</i>  | <b>KOWALSKI A.</b> ,<br><i>Doctor of Economic Science, Prof. (Poland)</i>                                       |
| <b>LANDIN V.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Senior Researcher</i>                             | <b>NAD J.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Prof. (Hungary)</i>                                       |
| <b>LESOVOY N.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Prof.</i>  | <b>NURZHANOVA A.</b> ,<br><i>Doctor of Biological Science, Prof. (Republic of Kazakhstan)</i>                   |
| <b>MOKLYACHUK L.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Prof.</i>                                     | <b>SOBCHYK V.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Prof. (Poland)</i>                                    |
| <b>MUDRAK O.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Prof.</i>   | <b>TIKHONOVICH I.</b> ,<br><i>Doctor of Biological Science, Prof., Full member of RAAS (Russian Federation)</i> |
| <b>PALAPA N.</b> ,<br><i>Doctor of Agricultural Science, Senior Researcher</i>                             |   |

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

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

Відповідальний секретар

**ДЕМ'ЯНЮК О.С.**, д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб.

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>ПРИСТЕР Б.С.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф., акад. НААН (Київ)                      |
| <b>БУЛИГІН С.Ю.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН (Київ)             | <b>СОЗІНОВ О.О.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф., акад. НАН України<br>і НААН (Київ)     |
| <b>ГРИНИК І.В.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН (Київ)              | <b>СТАДНИК А.П.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф.,<br>акад. ЛАН України (Біла Церква)     |
| <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>ДРЕБОТ О.І.</b> ,<br>д-р екон. наук, проф., чл.-кор. НААН (Київ)           | <b>ЧАБАНЮК Я.В.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб. (Київ)                  |
| <b>ЄГОРОВА Т.М.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, доцент (Київ)                        | <b>ЧОБОТЬКО Г.М.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф. (Київ)                                 |
| <b>ЖУКОРСЬКИЙ О.М.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф., чл.-кор. НААН (Київ)       | <b>ШЕРСТОБОЄВА О.В.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Київ)                              |
| <b>ЗАРИШНЯК А.С.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН (Київ)            | <b>ШЕРШУН М.Х.</b> ,<br>д-р екон. наук, доцент (Київ)                                  |
| <b>ІСАЄНКО В.М.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф. (Київ)                         | <b>АЛЕКНАВІЧЮС П.Ю.</b> ,<br>д-р соц. наук, проф. (Литовська Республіка)               |
| <b>ІУТИНСЬКА Г.О.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф., чл.-кор. НАН України (Київ) | <b>ЖЯКОНЕНЕ В.Ю.</b> ,<br>д-р біомед. наук, проф. (Литовська Республіка)               |
| <b>КОНІЩУК В.В.</b> ,<br>д-р біол. наук, старш. наук. співроб. (Київ)         | <b>КОЛМИКОВ А.В.</b> ,<br>д-р екон. наук (Республіка Білорусь)                         |
| <b>КОПИЛОВ Є.П.</b> ,<br>д-р біол. наук, старш. наук. співроб. (Чернігів)     | <b>КОВАЛЬСЬКІ А.</b> ,<br>д-р екон. наук, проф. (Республіка Польща)                    |
| <b>КУЧМА М.Д.</b> ,<br>д-р с.-г. наук (Київ)                                  | <b>НАДЬ Я.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Угорщина)                                   |
| <b>ЛАНДІН В.П.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб. (Київ)          | <b>НУРЖАНОВА А.А.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф. (Республіка Казахстан)                |
| <b>ЛІСОВИЙ М.М.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Київ)                         | <b>СОБЧИК В.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Республіка Польща)                        |
| <b>МОКЛЯЧУК Л.І.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Київ)                        | <b>ТИХОНОВИЧ І.А.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф., акад. РАНГН<br>(Російська Федерація) |
| <b>МУДРАК О.В.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Вінниця)                       |  |
| <b>ПАЛАПА Н.В.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб. (Київ)          |  |
| <b>ПАРПАН В.І.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф. (Івано-Франківськ)              |  |

**РАЦІОНАЛЬНЕ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО  
ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**

**Сгорова Т.М.**

Ландшафтно-гідроекологічні особливості агросфери України

**Мудрак О.В., Овчинникова Ю.Ю.,  
Мудрак Г.В.**

Наукове обґрунтування створення Національного природного парку «Центральне Поділля»

**АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ  
МОНІТОРИНГ**

**Власова О.В.**

Моделі формування спектральних характеристик меліорованих земель

**Тимошенко Л.М.**

Стан дендрофітів вуличних насаджень міста Лубен

**Парашенко І.В.**

Рухомість свинцю за профілем чорнозему типового та дерново-підзолистого ґрунту

**РОДЮЧІСТЬ  
І ОХОРОНА ҐРУНТІВ**

**Дмитрук Ю.М., Собко В.І.**

Вміст та перерозподіл фосфору в ґрунтах агроєкосистеми Західного Лісостепу

**Вишневський Ф.О., Паламарчук Р.П.,  
Довбиш Л.Л., Залевський Р.А.**

Динаміка вмісту гумусу в ґрунтовогому покриві орних земель Андрушівського району Житомирської області

**ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ  
АГРОТЕХНОЛОГІЇ**

**Тертична О.В., Свалявчук Л.І.,  
Бригас О.П., Мінералов О.І.,  
Коцовська К.В.**

Акарицидні властивості ефірних олій щодо популяції гамазойдних кліщів виду *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778)

**RATIONAL  
NATURAL MANAGEMENT  
AND PROTECTION  
OF ENVIRONMENTAL**

6 **Yehorova T.**

Landscape and hydroecological features of the agrosphere in Ukraine

13 **Mudrak O., Ovchinnikova Yu.,  
Mudrak G.**

Scientific grounds for the establishment of the National natural park «Central Podillia»

**AGROECOLOGICAL  
MONITORING**

23 **Vlasova O.**

Models of formation of the reclaimed areas' spectral characteristics

28 **Tymoshenko L.**

Condition of dendrophytes of street plantations in Lubny, Poltava region

33 **Paraschenko I.**

Mobility of lead behind the profile of chernozem typical and sod-podzolic soil

**FERTILITY AND PROTECTION  
OF SOILS**

38 **Dmytruk Y., Sobko V.**

Content and redistribution of phosphorus in soils of the agroecosystem of Western Forest-steppe

44 **Vyshnevskiy F., Palamarchuk R.,  
Dovbysh L., Zalevskiy R.**

Dynamics of humus content in the soil cover of arable land of Andrushivsky district Zhytomyr region

**ENVIRONMENTALLY SAFE  
AGROTECHNOLOGIES**

50 **Tertychna O., Svaliavchuk L.,  
Brygas O., Mineralov O.,  
Kotsovska K.**

Acaricidal properties of essential oils on the population of hamazoid mites of the species *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778)

**Матвієнко М.В., Бублик М.О.,  
Волкодав В.В., Драга М.В.,  
Китаєв О.І., Ходаківська Ю.Б.**

Агроекологічна оцінка промислової технології інтенсивного вирощування груші (*Pyrus*)

**Глущенко Л.Д., Кохан А.В.,  
Гангур В.В., Олепір Р.В., Лен' О.І.,  
Брегедя С.Г.**

Продуктивність жита озимого за беззмінного вирощування

### БІОРИЗНОМАНІТТА ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

**Бровко І.С., Подгурська І.О.,  
Чабанюк Я.В., Кордунян О.О.**

Біодеградація гербіцидів штамами мікроорганізмів-деструкторів

**Крутило Д.В., Надкернична О.В.,  
Шерстобоева О.В., Ушакова М.А.**

Корекція ризобіальних угруповань ґрунту за інтродукції *Bradyrhizobium japonicum* різних генетичних груп

**Шевченко Т.Л., Глущенко Л.А.**

Особливості використання натуралізованих лікарських рослин

**Симочко Л.Ю., Дем'янюк О.С.**

Мікробіом ґрунту культурних рослин за різних агротехнологій

**Бойко А.А., Цвігун В.О.**

Поширення бактеріозів індукованих *Erwinia amylovora* у різних видів рослин біоценозів Полісся за умов контамінації збудника бактеріофагом

### СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

**Тирусь М.Л.**

Ефективність листкового підживлення цукрових буряків на темно-сірих опідзолених ґрунтах Західного Лісостепу

### ЮВІЛЕЙ

Л.І. Моклячук – 70

С.Ю. Поповичу – 60

54 **Matviyenko M., Bublyk M.,  
Volkodav V., Draga M., Kytayev O.,  
Khodakivska Yu.**

Agroecological assessment of industrial technology of intensive growing of pear (*Pyrus*)

61 **Gluchenko L., Kohan A.,  
Gangur V., Olepir R., Len' O.,  
Bregeda S.**

Productivity of winter rye under continuous growing

### BIODIVERSITY AND BIOSAFETY OF ECOSYSTEMS

68 **Brovko I., Podgurskaia I.,  
Chabanyuk Y., Kordunyan O.**

Biodegradation of herbicides by strains of microorganisms-destructors

73 **Krutylo D., Nadkernychna O.,  
Sherstoboeva O., Ushakova M.**

Correction of soil rhizobial communities under introduction of *Bradyrhizobium japonicum* of different genetic groups

81 **Shevchenko T., Hlushchenko L.**

Features of the use of natural medicinal plants

87 **Symochko L., Demyanyuk O.**

Soil microbiome of cultural plants under different agrotechnologies

93 **Boiko A., Tsvigun V.**

Distribution of bacteriosis induced by *Erwinia amylovora* in various types of plants of Polissya biocenosis under condition of pathogen contamination by bacteriophage

### YOUNG SCIENTIST'S PAGE

97 **Tyrus M.**

Effectiveness of foliar feeding puffiness of sugar beets on dark gray podzolic soils of Western Forest-steppe

### JUBILEE

102 L. Mokliachuk – 70

104 S. Popovych – 60

---

# РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

---

УДК 556:631.95:502.53

## ЛАНДШАФТНО-ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АГРОСФЕРИ УКРАЇНИ

Т.М. Єгорова

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Розроблено методичні принципи ландшафтно-гідроекологічного аналізу агросфери. Узагальнено 13 кількісних параметрів і якісно-кількісних характеристик небезпечних агроекологічних і гідроекологічних явищ для 25 регіональних ландшафтів України. Запропоновано комплексну систему оцінювання гідроекологічних проблем залежно від якісно-кількісних характеристик стану ґрунтів і вод, а також процесів фізико-хімічної міграції. Чинники впливу на екологічний стан вод систематизовано за генетичною ознакою — на природні, аграрні і комплексні антропогенні. Інтенсивність впливу відповідних процесів на гідроекологічний стан вод регіональних ландшафтів диференційовано за мультиплікативним показником. Установлено кореляційні і регресійні моделі впливу процесів незбалансованого природокористування у межах агросфери (забруднення ґрунтів залишками пестицидів і важкими металами, розораність земель та їх еродованість, втрати орного шару) на певні гідроекологічні проблеми поверхневих і підземних вод України.*

**Ключові слова:** *гідроекологічні проблеми, агросфера, регіональні ландшафти, поверхневі і підземні води, кореляційний аналіз, регресійний аналіз.*

---

Перелік сучасних екологічних проблем гідросфери України сягає десятків найменувань. Нині «рестраційний» характер вивчення неоекології окремих компонентів та територіальних ділянок агросфери України істотно переважає системний комплексний аналіз взаємозв'язків між небезпечними процесами і явищами у доквіллі. Для формування збалансованого природокористування пошук причинно-наслідкових зв'язків у системі «води — ґрунти» набуває дедалі більшої актуальності [1]. Гідроекологічні проблеми поверхневих і ґрунтових вод України зумовлено десятками комплексних чинників різного походження. Однак в умовах сформованої розораності (до 90%) земель країни вплив сільськогосподарського виробництва на рівень екологічної безпеки водних ресурсів держави є незаперечним, але малодослідженим.

Регіональний аналіз впливу агроекологічних особливостей ґрунтів на екологічні характеристики поверхневих і ґрунтових вод у розрізі ландшафтів дає змогу з'ясувати найстійкіші атрибути формування гідроекології України в умовах аграрного виробництва та визначити територіальні стратегічні напрями збереження та відновлення водних ресурсів.

Головними напрямками вивчення екологічного стану водних ресурсів України залишаються проблеми забезпечення населення якісною водою, системи водокористування і водовідведення, забруднення питних і поливних вод, системи гідрохімічного і гідробіологічного оцінювання поверхневих вод [2]. Стратегічні напрями покращення стану водних ресурсів нашої держави зосереджено у цільових державних програмах і постановках Кабінету Міністрів України, які скеровано на вирішення питань зарегулювання річок, скорочення

© Т.М. Єгорова, 2018



небезпечних скидів стічних вод у гідромережу, забезпечення населення якісною питною водою тощо [3]. Нині дослідження водних ресурсів земель сільськогосподарського призначення насамперед зорієнтовано на їх кризовий моніторинг та аналіз придатності вод для гідромеліорації [4, 5].

За результатами Державного моніторингу вивчається територіальне поширення загальних екологічних характеристик ґрунтів і вод. Регіональним їх узагальненням є офіційні графічні моделі на картах і схемах кількісних параметрів та якісних характеристик компонентів навколишнього природного середовища України [2, 6–8].

Так, наукові дослідження гідроекологічних проблем агросфери України мають переважно локальний характер і, зазвичай, не ставлять за мету їх зв'язок із регіональними оцінками стану ґрунтів [1, 8]. Але, слід зауважити, гідродинамічний і гідрохімічний зв'язок компонентів довкілля та систем «води — ґрунти» у межах ландшафту є фундаментальною науково-методологічною основою агроєкологічних досліджень [9, 10]. Складність відстеження цих зв'язків та їх практичного застосування насамперед зумовлено відсутністю методів регіонального ландшафтного (агроландшафтного) аналізу природних і антропогенних параметрів довкілля. Але наголосимо, що саме «реєстраційний характер» небезпечних агроєкологічних і гідроекологічних явищ у агросфері є потужною інформативною основою для локалізації територій кризового екологічного стану та стратегічних напрямів зі зниження екологічних ризиків як для населення, так і для сільськогосподарського виробництва.

Мета роботи — формування системи природно-антропогенних чинників функціонування вод і ґрунтів агросфери України на основі їх кількісно-якісних параметрів і ландшафтно-однорідності; визначення регіонального впливу на гідроекологічний стан вод небезпечних процесів і явищ, сформованих у ґрунтовому покриві внаслідок, переважно, сільськогосподарської діяльності, а також природних особливостей ландшафтних структур.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Розроблені принципи ландшафтно-гідроекологічного аналізу агросфери спираються на узагальнення для територій ландшафтних структур небезпечних явищ і процесів, що спостерігаються у ґрунтах і водах, а також особливостей природної фізико-хімічної міграції речовин на поверхні (екзогенні процеси) та у підстильних гірських породах (ендогенні процеси).

Вихідними матеріалами дослідження є переважаючі межі поширення у регіональних ландшафтах України небезпечних агроєкологічних і гідроекологічних параметрів [7, 8], особливості металогенії осадових гірських порід [6], гідрохімічні параметри поверхневих вод [1, 11], природно-сільськогосподарське і ландшафтно-геохімічне районування території України [12–15]. Для досліджень обрано такі параметри, як мінералізація поверхневих вод і її багаторічна динаміка, ендогенна і екзогенна міграція хімічних елементів і речовин, ерозія і розораність земель, втрати орного шару і каламутність поверхневих вод, забруднення ґрунтів і підземних вод залишками пестицидів, а також нітратами і важкими металами. Наведені параметри диференційовано на три групи відповідно до головного джерела їх походження (генезису), а саме: *природного, комплексного антропогенного і аграрного (агроєкологічного)*.

Серед *природних (антропогенно-природних)* чинників впливу на гідроекологічний стан земель сільськогосподарського призначення нами розглядаються такі параметри: загальна мінералізація (у мг/л) і ступінь метаморфізації поверхневих вод (за коефіцієнтом іонної сили вод, КІС), інтенсивність процесів екзогенної і ендогенної міграції (за типоморфними макроелементами агроландшафтів і металогенічною спеціалізацією підстильних осадових гірських порід). Результатом *комплексного антропогенного* впливу на гідроекологічний стан водних ресурсів є фізико-хімічне забруднення річкових вод, динаміка загальної мінералізації та хімічне забруднення вод ґрунтових; з їх кількісних характе-

ристик нами розглянуто такі: каламутність річкових вод ( $y$  г/м<sup>3</sup>), якісне забруднення річкових вод аніонами, сполуками азоту і важкими металами відносно ГДК, відносне забруднення підземних вод пестицидами і нітратами, відносна зміна мінералізації ґрунтових вод за 50 років. Серед *агроекологічних* характеристик земель безпосередній вплив на гідроекологічний стан поверхневих і ґрунтових вод мають екзогенні явища і процеси, які супроводжуються незбалансованим використанням земельних ресурсів переважно в землеробстві; зокрема, у дослідженнях враховано відносно розораність земель та еродовану їх частину ( $y$  %), втрати орного шару за період 1970–2000 рр. ( $y$  т/га за 1 рік), відносні рівні забруднення орних ґрунтів залишками пестицидів та важкими металами.

Для просторового порівняння значущості кожної групи параметрів вжито їх мультиплікативне значення в умовних одиницях. У дослідженнях застосовано базу даних регіональних гідрохімічних параметрів поверхневих вод України (за літературними і авторськими даними 1990–2010 рр.) та їх узагальнення для басейнів річок другого порядку і регіональних геохімічних ландшафтів. За даними про граничні значення вмісту у поверхневих водах головних макрокомпонентів, мінералізації і мікроелементів було застосовано оцінки їх співвідношення із граничнодопустимими концентраціями та ступенем природно-техногенної метаморфізації вод. Характеристики ґрунтів, вод і гірських порід оцінено у кількісних (абсолютні значення та відсотки ураженості територій) і якісно-кількісних вимірах (розробка шкал якісних оцінок у балах). Значення цих параметрів оцінено для території кожного із 25 регіональних ландшафтів України, на підставі чого сформовано варіаційні ряди для проведення статистичного їх аналізу.

Парний кореляційний і варіаційний аналізи (застосовано стандартне програмне забезпечення Microsoft Excel 2007) надали змогу визначити статистично ймовірні залежності і моделі взаємозв'язків між природно-антропогенними характеристиками

вод і ґрунтів України ( $r > 0,5$  та  $R^2 > 0,5$ ), що сформували певну агроекологічну і гідроекологічну небезпеку регіонального рівня. На підставі статистичних моделей визначено гідроекологічні явища і процеси, які відбуваються внаслідок аграрного виробництва у межах сучасної агросфери України.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Регіональні природні особливості екологічних процесів на землях сільськогосподарського призначення України обумовлено поширенням 25 регіональних геохімічних ландшафтів, виділених і описаних нами впродовж ландшафтно-геохімічних і агроекологічних досліджень 2001–2014 рр. [14, 15]. Так, Карпатську і Кримську природно-сільськогосподарські області характеризують досліджені нами карпатські, мукачівські і кримські регіональні ландшафти; природно-сільськогосподарську зону Полісся — поліські, пінські, коростенські, моршанські і чернігівські; зону Лісостепу — кодри, стародубські, подільські, авратинські, трубізькі і верхньодонські; зону Степу — хоперські, південнобузькі, самарські, арчединські, айдарські і донецькі; зону Степу Посушливого — причорноморські, приазовські, тарханкутські, сімферопольські і керченські ландшафти. Територію регіонального ландшафту характеризує певна *природна однорідність* ґрунтового-рослинного шару, хорологічної і топічної структури, напрям процесів перерозподілу (міграції) хімічних елементів і речовин, особливості металогенії осадових гірських порід і приналежність до певних гідрологічних басейнів.

Гідроекологічний стан вод на території регіональних ландшафтів формується в умовах різного співвідношення генетичних груп чинників. Мультиплікативні оцінки параметрів і характеристик системи «води — ґрунти» для трьох генетичних груп чинників узагальнено у таблиці.

Значення *природних чинників* впливу на гідроекологічний стан земель становлять за середніми оцінками для територій регіональних ландшафтів: загальна мі-

**Мультиплікативні оцінки гідроекологічних чинників земель сільськогосподарського призначення на територіях регіональних ландшафтів України**

Природно-сільськогосподарські зони і області	Регіональні ландшафти	Мультиплікативні оцінки параметрів генетичних груп, од.		
		природні	агроекологічні	комплексні антропогенні
Карпатська гірська область	карпатські	0,8	7200	6000
	мукачівські	1,2	24000	15000
Кримська гірська область	кримські	4,0	14400	10000
Зона Полісся	поліські	2,0	720	900
	пінські	0,6	360	60
	коростенські	0,5	2400	1800
	моршанські	1,1	1440	1440
	чернігівські	1,1	720	2400
Зона Лісостепу	кодри	0,5	108000	2400
	стародубські	4,0	336000	12800
	подільські	4,4	480000	14400
	авратинські	2,2	9600000	2000
	трубізькі	0,8	126000	2400
	верхньодонські	12,6	567000	4800
Зона Степу	хоперські	134,9	576000	28000
	південнобузькі	455,6	288000	18000
	самарські	78,2	1728000	40000
	арчединські	101,2	540000	10800
	айдарські	20,0	567000	18000
	донецькі	80,0	1080000	10500
Зона Степу Посушливого	причорноморські	1542,3	320000	6000
	приазовські	2295,0	1680	5600
	тарханкутські	409,6	14000	7000
	сімферопольські	23,0	108000	4000
	керченські	46,0	40000	1000

нералізація – 0,2–15,9 г/дм<sup>3</sup>, коефіцієнт іонної сили вод – 0,4–9,7; від 1 до 5 балів ранжовано інтенсивність процесів екзогенної концентрації хімічних елементів і речовин у ґрунтах та процесів ендегенної концентрації поживних хімічних елементів і важких металів у осадових гірських по-

родах. Мультиплікативні оцінки природних чинників для територій регіональних ландшафтів відрізняються у 4590 разів і варіюють у межах 0,5–2295,0 од. (табл.). Найнижчий рівень природного впливу на гідроекологічний стан вод є властивий територіям карпатських і трубізьких

ландшафтів, найвищий — приазовським із гідроекосистемами Краснознам'янського, Каховського та інших іригаційних каналів лівобережжя нижньої течії р. Дніпра.

Значення параметрів *комплексного антропогенного впливу* на водні ресурси у межах регіональних ландшафтів досягають значень каламутності річкових вод від 20 до 500 г/м<sup>3</sup>; забруднення річкових вод порівняно з ГДК ранжовано від 1 до 5 балів, відносно забруднення підземних вод пестицидами і нітратами — від 1 до 7, відносна зміна мінералізації ґрунтових вод за 50 років — від 1 до 8 балів. Мультиплікативні оцінки вказаних параметрів для територій регіональних ландшафтів відрізняються у понад 600 разів і варіюють у межах 60–40000 од. (табл.). Найнижчий рівень комплексного антропогенного впливу на гідроекологічний стан вод спостерігається на території пінських ландшафтів, найвищий — на самарських, у межах басейну р. Самари на лівобережжі нижньої течії р. Дніпра.

Значення *агроекологічних параметрів* на територіях регіональних ландшафтів досягають рівня розораності земель 20–90%, їх еродованої частини — 1–90%, втрати орного шару — 1–1000 т/га у рік; відносні рівні забруднення орних ґрунтів залишками пестицидів ранжовано у межах від 1 до 7, забруднення важкими металами — від 1 до 5 балів. Мультиплікативні оцінки вказаних параметрів для територій регіональних ландшафтів відрізняються у 3000 разів і варіюють у межах 360–1080000 од. (табл.). Найменший вплив сільськогосподарської діяльності на гідроекологічний стан вод має проявлятися на території ландшафтів пінських, найвищий — донецьких, де протікають річки Таганрозької затоки північно-східного узбережжя Азовського моря.

Статистичний аналіз 13 кількісних параметрів і кількісно-якісних характеристик ґрунтів, вод і процесів геохімічної міграції у межах регіональних ландшафтів визначив найістотніші взаємозв'язки трьох гідроекологічних проблем України із сімома чинниками природного і агроекологічного генезису.

*Комплексне забруднення підземних вод пестицидами і нітратами* має позитивний лінійний зв'язок із розораністю земель ( $r = 0,8$ ) і забрудненням ґрунтів пестицидами ( $r = 0,6$ ), а також із деякими природними характеристиками регіональних ландшафтів — інтенсивністю екзогенної концентрації хімічних елементів і речовин у ґрунтах ( $r = 0,8$ ), мінералізацією поверхневих вод ( $r = 0,7$ ) і ступенем природно-техногенної метаморфізації поверхневих вод ( $r = 0,5$ ). Відповідно, на процеси забруднення підземних вод залишками пестицидів і нітратів має прямий безпосередній вплив їх мінералізація і ступінь метаморфізації, підвищення значень яких збільшує екологічну небезпеку водопостачання населенню України із ґрунтових водоносних горизонтів. Водночас комплексне забруднення підземних вод пестицидами і нітратами різниться величинами негативного лінійного зв'язку щодо забруднення ґрунтів важкими металами ( $r = -0,5$ ). Це надає вагомі підстави для твердження про різні джерела надходження цих трьох забрудників у водне середовище.

На *каламутність поверхневих вод* найінтенсивніше впливає еродованість розораних земель, що демонструє їх позитивний лінійний зв'язок ( $r = 0,7$ ). Поліноміальна залежність шостого порядку із коефіцієнтом детермінації  $R^2 = 0,5$  висвітлює вплив на каламутність поверхневих вод ( $y$ ) рівня втрат орного шару на землях сільськогосподарського призначення. За даними регресійного аналізу їх взаємозв'язок визначає статистичне рівняння:

$$y = -0,0002x^6 + 0,02x^5 - 0,8x^4 + 16,3x^3 - 145,9x^2 + 514,2x - 278,7.$$

*Хімічне забруднення поверхневих вод* відносно ГДК, спричинене забрудненням підземних вод пестицидами і нітратами, демонструє складна регресійна залежність, яка відповідає поліному шостого порядку із коефіцієнтом детермінації  $R^2 = 0,6$ . Рівень забруднення поверхневих вод ( $y$ ) відповідно до забруднення підземних вод пестицидами і нітратами ( $x$ ) може бути розраховано за таким статистичним рівнянням:

$$y = -0,001x^6 + 0,001x^5 - 0,03x^4 + 0,5x^3 - 3,1x^2 + 8,4x - 2,8.$$

### ВИСНОВКИ

Ландшафтно-гідроекологічні особливості агросфери України є результатом взаємодії процесів, які визначає природна гідрохімічна зональність вод та антропогенне навантаження і незбалансоване природокористування на землях сільськогосподарського призначення. Природні процеси зумовлюють основні гідроекологічні проблеми на території приазовських ландшафтів зони Степу Посушливого; це потребує системних заходів з контролю якості водопостачання, насамперед для місцевого населення, що споживає води басейнів іригаційних каналів гирла р. Дніпра. Небезпечні рівні антропогенного навантаження на поверхневі і підземні води проявляються у межах самарських ландшафтів зони Степу; це потребує системного контролю промислових скидів та оновлених методів очищення стічних вод на підприємствах північної частини Дніпропетровської і західної частини Донецької областей, що розташовуються у басейні р. Самари. Сільськогосподарське виробництво спричиняє прояв гідроекологічних проблем з найбільшою інтенсивніс-

тю на землях донецьких ландшафтів зони Степу; серед іншого це потребує спеціальних агроекологічних заходів з відновлення і захисту водних ресурсів басейнів річок північно-східного узбережжя Азовського моря.

Певні гідроекологічні проблеми України мають значущий статистичний зв'язок із деякими небезпечними наслідками незбалансованого природокористування у межах земель сільськогосподарського призначення, а також їх природними ландшафтними особливостями. Комплексне забруднення підземних вод пестицидами і нітратами зумовлено як рівнями забруднення ґрунтів залишками пестицидів, так і розораністю земель та низкою природних процесів функціонування ландшафтів — екзогенною концентрацією хімічних елементів і речовин у ґрунтах і метаморфізацією поверхневих вод. Водночас каламутність поверхневих вод, що передусім спричинено еродованістю розорених земель, має складну нелінійну залежність від втрат орного шару. Взаємозв'язок хімічного забруднення поверхневих і підземних вод України визначає складна поліноміальна залежність.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Річка Самара (притока Дніпра). Річка Сіверський Донець [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>
2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2015 році. — К.: Міністерство екології і природних ресурсів України, 2017. — 308 с.
3. Закон України «Про Загальнодержавну програму «Питна вода України на 2006–2020 рр.» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2455-15>
4. Коваленко П.І. Актуальні проблеми використання водних ресурсів і меліорованих земель на сучасному етапі / П.І. Коваленко // Меліорація і водне господарство. — 2017. — Вип. 99. — С. 5–16.
5. Ромащенко М.І. Концепція водної стратегії України / М.І. Ромащенко, Ю.О. Михайлов // Меліорація і водне господарство. — 2017. — Вип. 99. — С. 17–25.
6. Геологія і корисні копалини України. Атлас: карти М 1:5 000 000 / За ред. Л.С. Галецького, керівник проекту Н.М. Чернієнко. — К.: ДП «Такі справи», 2001. — 168 с.
7. Екологічний атлас України / За ред. Л.Г. Руденко. — К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2009. — 104 с.
8. Барановський В.А. Україна. Екологічні проблеми природних вод: карта масштабу 1:2 000 000 / В.А. Барановський, В.Г. Бардов, С.Т. Омельчук. — К.: Вид-во ВЕЛ, 2000. — 1 арк.
9. Созінов О.О. Агросфера України у XXI столітті / О.О. Созінов // Вісник НАН України. — 2001. — № 10. — С. 10–15.
10. Егорова Т.М. Геохимические факторы в системе экологического районирования агроландшафтов Украины / Т.М. Егорова // Новости науки и технологий. — 2013. — № 3–4 (25–26). — С. 16–21.
11. Егорова Т.М. Ландшафтні засади басейнового принципу управління водними ресурсами як організаційний чинник екологічного менеджменту агроландшафтів / Т.М. Егорова, І.В. Шумидай // Вода: проблеми та шляхи вирішення: збірник статей науково-практичної конференції із міжнародною участю (Рівне, 5–8 липня 2017 р.). — Житомир: Вид-во ЕЦ «Укрєкобіокон», 2017. — С. 103–108.

12. Басейни річок України: Річки України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://river.land.kiev.ua/river-basins.html>
13. Мартін А.Г. Природно-сільськогосподарське районування України: монографія / А.Г Мартін, С.О. Осипчук, О.М. Чумаченко. — К.: Центр навчальної літератури, 2015. — 328 с.
14. Єгорова Т.М. Наукові основи еколого-геохімічних процесів в агроландшафтах України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 03.00.16 / Т.М. Єгорова. — К., 2015. — 47 с.
15. Єгорова Т.М. Агроекологічне районування як методологічна основа збалансованого природокористування / Т.М. Єгорова // Збалансоване природокористування. — 2014. — № 2. — С. 24–28.

## REFERENCES

1. Richka Samara (prytoka Dnipra). Richka Siverskyi Donets [River Samara (tributary of the Dnieper). Siverskyi Donets River]. (n.d.) *base. garant. ru*. Retrieved from <http://uk.wikipedia.org/wiki> [in Ukrainian].
2. *Natsionalna dopovid pro stan navkolysnogo pryrodnoho seredovyscha v Ukraini u 2015 rotsi. [National report on the state of the environment in Ukraine in 2015]*. (2017). Kyiv: Ministerstvo ekolohii i pryrodnykh resursiv Ukrainy [in Ukrainian].
3. Zakon Ukrainy «Pro Zagaljnoderzhavnu prohramu Pytna voda Ukrainy na 2006–2020 rr.» [Law of Ukraine «On the National Program for Drinking Water of Ukraine for 2006-2020»]. (n.d.) *base. garant. ru*. Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2455-15> [in Ukrainian].
4. Kovalenko, P.I. (2017). Aktualni problemy vykorystannia vodnykh resursiv i meliorovanykh zemel na suchasnomu etapi [The actual problems of using water resources and reclaimed land at the present stage]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo — Reclamation and water management*, 99, 5–16 [in Ukrainian].
5. Romashchenko, M.I., & Mykhailov, Yu.O. (2017). Kontseptsiia vodnoi stratehii Ukrainy [The Concept of the Water Strategy of Ukraine]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo — Reclamation and water management*, 99, 17–25 [in Ukrainian].
6. Haletskyi, L.S. (Ed.) et al. (2001). *Heolohiia i korysni kopalyny Ukrainy. Atlas: karty M 1:5 000 000. [Geology and minerals of Ukraine. Atlas: maps of scale 1: 5 000 000]*. Kyiv: DP «Taki spravy» [in Ukrainian].
7. Rudenko, L.I. (Ed.). (2009). *Ekolohichnyi atlas Ukrainy. [The ecological atlas of Ukraine]*. Kyiv: Tsentr ekolohichnoi osvity ta informatsii [in Ukrainian].
8. Baranovskyi, V.A., Bardov, V.H. & Omelchuk, S.T. (2000). *Ukraina. Ekolohichni problemy pryrodnykh vod. Karta masshtabu 1:2 000 000 [Ukraine. Environmental problems of natural waters. Map scale 1:2 000 000]*. Kyiv: Vyd-vo VEL [in Ukrainian].
9. Sozinov, O.O. (2001). Ahrosfera Ukrainy u XXI stolitti [Agrosphere of Ukraine in the XXI century]. *Visnyk NAN Ukrainy — Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 10, 10–15 [in Ukrainian].
10. Egorova, T.M. (2013). Geokhimicheskie faktory v sisteme ekologicheskogo raionirovaniia agrolandsaftov Ukrainy [The geochemical factors in the system of ecological zoning of agrolandscapes of Ukraine]. *Novosti nauki i tekhnologii — The news from science and technology*, 3–4 (25–26), 16–21 [in Russian].
11. Yehorova, T.M. & Shumyhai, I.V. (2017). Landshaftni zasady baseinovooho pryntsyupu upravlinnia vodnyimi resursamy yak orhanizatsiinyi chynnyk ekolohichnoho menezhmentu ahrolandsaftiv [Landscape principles of the basin principle of water resources management as an organizational factor of ecological management of agrolandscapes]. *Water: problems and solutions' 17: Naukovo-praktychna konferentsiia iz mizhnarodnoiu uchastiu (5–8 lyupnia 2017 r.) — The scientific and practical conference with international participation* (pp. 103–108). Zhytomyr: Vyd-vo ETs «Ukrekobiokon» [in Ukrainian].
12. Basejny richok Ukrainy. Richky Ukrainy [Pools of rivers of Ukraine. Rivers of Ukraine] / (n.d.). *river. land.kiev.ua*. Retrieved from <http://river.land.kiev.ua/river-basins.html> [in Ukrainian].
13. Martin, A.H., Osypchuk, S.O., Chumachenko, O.M. (2015). *Pryrodno-silskohospodarske raionuvannia Ukrainy: monohrafiia [The Natural-agricultural zoning Ukraine: monograph]*. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury [in Ukrainian].
14. Yehorova, T.M. (2015). Naukovi osnovy ekoloho-heokhimichnykh protsesiv v ahrolandsaftakh Ukrainy [Scientific foundations of ecology-geochemical processes in agricultural landscapes of Ukraine]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
15. Yehorova, T.M. (2014). Ahroekolohichne raionuvannia yak metodolohichna osvoda zbalansovanoho pryrodokorystuvannia [The agroecological zoning as a basis of methodology of the balanced nature management]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced nature management*, 2, 24–28 [in Ukrainian].

## НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ЦЕНТРАЛЬНЕ ПОДІЛЛЯ»

О.В. Мудрак<sup>1</sup>, Ю.Ю. Овчинникова<sup>2</sup>, Г.В. Мудрак<sup>3</sup>

<sup>1</sup> КВНЗ «Вінницька академія неперервної освіти»

<sup>2</sup> Донецький національний університет імені Василя Стуса

<sup>3</sup> Вінницький національний аграрний університет

*На основі комплексного екологічного моніторингу, геоботанічних, зоогеографічних, ландшафтної-екологічних, гідроекологічних, лісотипологічних, агроекологічних принципів і підходів та власних польових досліджень запропоновано створити національний природний парк «Центральне Поділля» у межах Вінницької обл. Обґрунтовано, що створення парку площею 46 420 га надасть змогу збільшити частку заповідності області до 4,5% від її загальної площі, що наразі становить лише 2,5%. Перспективний парк має об'єднати 34 існуючі заповідні об'єкти площею 1282,2 га, які територіально відносяться до чотирьох адміністративних районів: Вінницького (14 заповідних об'єктів — площа 1095,1 га), Калинівського (4 — 150,7), Літинського (6 — 81,1) і Хмільницького (8 заповідних об'єктів — площа 75,3 га). Доведено, що необхідність створення парку обумовлено унікальними природними ландшафтами вказаної території з асоціаціями рослинних угруповань, які налічують понад 40 видів рослин, де мешкає понад 50 видів тварин, які внесено до Червоної книги України.*

**Ключові слова:** біотичне і ландшафтне різноманіття, національний природний парк, природно-заповідний фонд, структурні елементи екомережі, збалансований розвиток, Вінницька обл.

Одним з найважливіших завдань суспільства є збереження біотичного і ландшафтного різноманіття, яке визначає його збалансований розвиток. Природозаповідання має унікальне значення для соціо-еколого-економічного розвитку будь-якого регіону та істотно впливає на формування культури природокористування. Людина, як біологічний і соціальний вид, нарешті має усвідомити, що її виживання залежить від існування інших видів, від збереження всієї повноти генофонду в екосистемах і ландшафтах як єдиної умови підтримання їх стійкого співвідношення. Це завдання було сформульовано у 1992 р. у Ріо-де-Жанейро в програмі дій «Порядок денний на XXI ст.», конвенції ООН «Про біорізноманіття», документах всесвітніх екологічних самітів (Ріо+10, Ріо+20), Генеральній асамблеї ООН у 2005 р., Всеєвропейській стратегії збереження біологічного та ландшафтного різноманіття (Софія, 1995), конвенціях, угодах і директивах ЄС. Для збереження біоти необхідно реалізувати

екологічну мережу, каркас якої утворюють території природно-заповідного фонду (ПЗФ) [1].

Національні природні парки є природоохоронними, рекреаційними, культурно-освітніми, науково-дослідними установами загальнодержавного значення, що створюються з метою збереження, відтворення і ефективного використання природних комплексів і об'єктів, які мають особливу природоохоронну, оздоровчу, історико-культурну, наукову, освітню та естетичну цінність [2].

Осередком збереження, відтворення, раціонального використання біотичного й ландшафтного різноманіття Вінницької обл. є національні природні парки (НПП) та інші природоохоронні території. Теоретичне обґрунтування, науково-методична розробка та розв'язання проблем охорони репрезентативного біотичного і ландшафтного різноманіття залишаються актуальними і важливими завданнями для аналізу територіальної структури, формування політики збалансованого природокористування ефективного коригування «Страте-

гії збалансованого регіонального розвитку Вінницької області у 2015–2020». Це також важливо для встановлення сучасного стану ПЗФ території, формування мережі заповідних територій, їх функціонально-просторового аналізу, визначення загроз і чинників впливу, заходів зі збереження і відтворення біорізноманіття. Оптимізація створення НПП «Центральне Поділля» надасть змогу збільшити частку заповідності з 2,5 до 4,5% від загальної площі області. На жаль, нині за цим показником Вінницька обл. посідає останнє місце в Україні. За даними Інституту світових ресурсів (Вашингтон, США), для ефективного функціонування території площа її заповідності має становити 10–12% [3, 4].

Визначення природних територій і об'єктів для створення парків, які підлягають особливій охороні, має здійснюватись згідно з відповідним обґрунтуванням вченими біологічних і географічних профільних установ, адже виділені території часто є не репрезентативними та не стійкими до антропогенного впливу, що спостерігається у регіоні (сільськогосподарська, промислова, гідромеліоративна, урбаністична та рекреаційна діяльність); розораність агроландшафтів становить 60–80%, лісистість — лише 13,1, значні площі займають селітебні ландшафти, а рівень заповідності — лише 2,5% [4].

Тому метою роботи є обґрунтування, розробка і реалізація наукових рекомендацій щодо: 1) збереження і відтворення біотичного й ландшафтного різноманіття (унікального, репрезентативного) на основі екосистемного підходу; 2) збереження популяцій видів, угруповань і екосистем, які мають офіційне міжнародне (Червоний список Міжнародної спілки охорони природи; Європейський червоний список), національне (Червона і Зелена книги України, червоні списки міжнародних конвенцій і угод) і регіональне (Червона і Зелена книги Вінницької області) біосоціологічне значення; 3) збільшення площі природно-заповідних територій області на 46 420 га; 4) створення картосхеми НПП «Центральне Поділля» з виділенням меж

її територій; 5) розроблення різних типів карт, де буде наведено еколого-географічну характеристику регіону дослідження; 6) створення картосхеми НПП «Центральне Поділля» з виділенням його зон (заповідної; стаціонарної рекреації; нестаціонарної рекреації; господарської); 7) виготовлення схематичної карти НПП «Центральне Поділля» з позначенням об'єктів і території його ПЗФ; 8) створення картосхеми НПП «Центральне Поділля» з позначенням його структурних елементів; 9) виготовлення схематичної карти НПП «Центральне Поділля» з позначенням його основних типів екосистем; 10) створення схематичної карти рослинного покриву НПП «Центральне Поділля»; 11) створення схематичної карти оселищ (біотопів) тварин НПП «Центральне Поділля»; 12) створення схематичної карти, де виділено ареал поширення й міграційні шляхи зубра європейського; 13) розроблення фрагментів картосхем НПП «Центральне Поділля» з виділенням сучасних унікальних ландшафтів (натуральних, натурально-антропогенних, антропогенних); 14) формування науково обґрунтованої регіональної екомережі з виділенням на досліджуваній території структурних елементів (ключових, сполучних, відновлювальних і буферних); 15) забезпечення невиснажливого природокористування, розвитку «зеленого» туризму й реалізації збалансованого розвитку територіальних громад Вінницького, Калинівського, Літинського і Хмельницького районів; 16) збереження цінних природних та історико-культурних комплексів і об'єктів; 17) створення умов для організованого туризму, відпочинку та інших видів рекреаційної діяльності в природних умовах з додержанням режиму охорони заповідних природних комплексів та об'єктів; 18) проведення наукових досліджень природних комплексів та їх змін в умовах рекреаційного використання, розробка наукових рекомендацій з питань охорони навколишнього природного середовища та ефективного використання природних ресурсів; 19) проведення екологічної освітньо-виховної роботи [2, 4, 5–9].



## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом дослідження були структурні елементи проектного НПП «Центральне Поділля»: *ключові території* (природні чи еталонні ядра), *сполучні території* (екологічні коридори), *буферні зони й відновлювальні території*. Ці елементи у своїй неперервній єдності створюють екомережу, яка функціонально має об'єднати осередки біотичного і ландшафтного різноманіття в єдину просторово-територіальну систему.

Під час дослідження проектного НПП «Центральне Поділля» було використано реєстр ПЗФ Вінницької обл., довідники і визначники рослин і тварин, Червону і Зелену книги України, методичні рекомендації щодо проведення оцінки території з метою її заповідання та методичні рекомендації щодо розроблення схем регіональних екомереж [4, 5, 7–10].

Методи досліджень — описові, статистичні, аналітичні, порівняльні, біоіндикаційні, картографічні, польові, ретроспективного аналізу, моніторингу.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За фізико-географічним районуванням України (2005 р.) північна і центральна частини території НПП «Центральне Поділля» розташовуються у Північно-Західній Придніпровській височинній області, а південна — у Середньобузькому Лісостепі Дністровсько-Дніпровського лісостепового краю лісостепової зони [11].

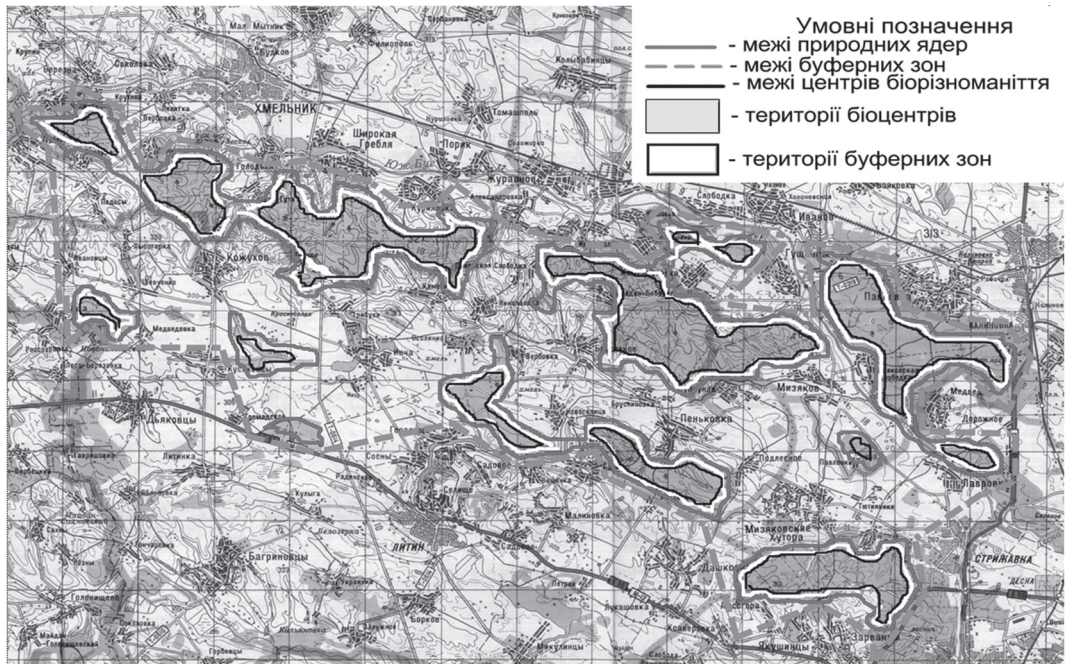
За геоботанічним районуванням України (2003 р.) проєктований парк відноситься до Північного Правобережнопридніпровського округу грабово-дубових та дубових лісів, остепнених лук і лучних степів та Центральноподільського округу грабово-дубових і дубових лісів та суходільних лук Української лісостепової підпровінції Східноєвропейської лісостепової провінції дубових лісів, остепнених лук та лучних степів лісостепової підобласті Євразійської степової області [12].

*Структура території.* Проєктований НПП «Центральне Поділля» площею 46 420 га об'єднує 34 заповідні об'єкти, що мають площу 1282,2 га, і територіаль-

но охоплює чотири адміністративні райони області: Вінницький (14 заповідних об'єктів; площа 1095,1 га), Калинівський (4; 150,7), Літинський (6; 81,1) і Хмільницький (8 об'єктів; площа 75,3 га). Необхідність створення парку обумовлено природними (лісові, водно-болотні, торфоболотні, заплавні, лучні, лісостепові, лучно-степові, степові) комплексами території з асоціаціями рослинних угруповань, що налічують понад 40 видів рослин, де мешкає 50 видів тварин, внесених до Червоної книги України [4].

*Адміністративний розподіл:* Вінницький р-н (села Зарванці, Мізяківські Хутори, Лаврівка, Дорожне, Медвідка, смт Стрижавка); Калинівський (села Мізяківська Слобідка, Мізяків, Павлівка, Гушинці); Літинський (села Пеньківка, Дашківці, Брусинів, Брусинівка, Вербівка, Новоселиця, Трибухи, Івча, Майдан Бобрик, Пиківська Слобідка, Іванопіль, Балин, Малинівка, Садове, Селище, Вишенька, Осолінка, Городище, Громадське, Кусиківці, Красносілка, Лісне, Лисогірка, Медведівка, Новомиколаївка, Лука, Дяківці, Осічок, Теси, Іванівці) і Хмільницький р-н (села Порик, Курилівка, Широка Гребля, Голодьки, Стара Гута, Лелітка, Вербівка, Вугли, Педоси, Думенки, Лозова, Гулі, Чудинівці, Березна, Крутнів, Соколова, Крупин, м. Хмільник) (рис.) [4].

*Загальна характеристика території.* Рельєф проектного парку — слабогорбисте плато з пологими схилами, ускладненими виходами кристалічних порід, ярами, балками, річковими долинами, де поширені денудаційні форми поверхні з незначною товщею покривних відкладів. Кристалічний фундамент утворюють різноманітні магматичні й метаморфічні породи архейського і ранньопротерозойського віку, що в процесі геологічного розвитку зазнали інтенсивних деформацій. Ландшафтна структура характеризується сполученням лісостепових, поліських і долинних місцевостей, де домінують природно-територіальні комплекси, які виникли на місці лісових (широколистяних) і лучно-степових фітоценозів. Характерними для цієї



Структурні елементи проектного НПП «Центральне Поділля»

території є вододільні й приводільні хвилясті і пасмові ландшафти, які в минулому майже повністю були вкриті грабовими й дубовими лісами. Значні площі займають структурно-ерозійні хвилясті плато з темно-сірими і чорноземними опідзоленими ґрунтами, що колись були лучно-степовими асоціаціями на типових чорноземах. Лісові ландшафти широколистяних лісів зосереджуються на найкрутіших схилах. На півночі та у центрі парку серед лісостепових виокремлюються поліські ландшафти. Їх утворення обумовлено акумуляцією алювіально-зандрових відкладів. Під суборами завдяки задовільній зволоженості на зандрових масивах сформувалися дерново-підзолисті ґрунти. Ландшафтні комплекси лісів мішаного типу розкинулися поблизу Літина, Селища, Городища. Вони сформувалися фрагментарно на борових терасах і поширюються вздовж Південного Бугу — на дерново-підзолистих ґрунтах зростають дубово-соснові ліси з бореальною трав'янистою флорою. Поліські ландшафти поєднуються просторово з лучними і болотни-

ми, широколистяними й грабово-дубовими лісами, вони є найбільш залісеними місцевостями (середня лісистість — 55%). Ґрунти — лучні, лучно-чорноземні, дерново-підзолисті піщані, супіщані, темно-сірі лісові опідзолені, темно-сірі реградовані, чорноземи типові малогумусні глибокі, неглибокі, вилугувані й карбонатні, мочаристі й мочарні, торфоболотні й торфовища. Унікальними є останні, які трапляються в заплавах Південного Бугу, Згару, Згарку, Тесівки і в межах Летичівської рівнини. Їх частка у загальній структурі площ становить 0,4%. Торфовища утворилися під трав'яною та чагарниковою рослинністю на найбільш понижених і перезволожений ділянках заплав. За вмістом золи торфовища поділяються на слабо- (12%), середньо- (12–20) і багатозольні (20–50%). Річкову мережу утворює Південний Буг зі своїми найбільшими притоками, серед яких: Сливода (Сальничка, Витхла), Згар (Згарок, Бугар, Тесівка), Пожарка, Велика Руда, Постолова (Конава, Волок), Бобрка. У долинах річок відслонюються лесові по-

роди, малопотужні піщано-глинисті відклади сармату, які залягають на кристалічному фундаменті [3].

*Флора.* За фітоценотичним поділом ця територія відноситься до поліського рефугіуму бореальної флори [6]. У межах парку чітко прослідковується висотна диференціація ландшафтів. Зокрема, в заплавах річок, а також депресіях флювіогляціальних рівнин на болотних, торфоболотних і мулуватог-лейових ґрунтах, поширюються трав'яні (очеретові, рогізні, осокові), чагарникові (з верб попелястої і ламкої) болота й заболочені вільхові ліси — кропивні, малинові, осокові. У понижених ділянках зростають вільхові ліси з чагарниковими і трав'яними асоціаціями (вільхово-очеретяними, вільхово-осоково-різнотравними, вільхово-папороте-різнотравними, вільхово-гадочниковими). Поряд із ними на ділянках, що мають якісніший дренаж, розташовуються справжні луки в комплексі з болотними, фоновими видами яких є костриця лучна, мітлиця біла, осока струнка і лепешняк великий. У заплавах річок Південний Буг, Згар, Згарок поширеними є трав'яні болота з формаціями рогузу вузьколистого та широколистого, осоки омської та попільної, які в безстічних котловинах формують доволі рідкісні для Поділля кореневищно-осоково-сфагнові болота. На плакорах висотою 260–300 м зростають дубові (дуб звичайний), дубово-грабові (дїброви) і дубово-соснові ліси (субори). Останні є приуроченими як до Летичівської рівнини, так і до другої тераси Південного Бугу. Вони зростають на дернових середньо- і слабопідзолистих супіщаних й суглинних ґрунтах. Їх масиви за своїм флористичним складом є подібними до поліських лісів. Дубові ядра займають менш обводнені, але оглеєні ділянки терас, та пологіми схилами піднімаються на межиріччя. Починаючи від найбільш зволжених ділянок, вони формують такий екологічний ряд асоціацій: дубові ліси крушиново-молінієві, ліщиново-зірочникові, ліщиново-волосистоосокові, ліщиново-гірськоосокові, татарсько-кленово-зірочникові, татарсько-кленово-гірськоосокові,

подекуди трапляються дубові ліси ведмежоцибулеві. Вище, на межиріччях, вони формуються мезофітами дубових лісів — свидиново-річкогравілатовими, свидиново-гірськоосоковими, ліщиново-безщитниковожіночими, ліщиново-яглицевими. У цих лісах чітко прослідковується ярусність надземної рослинності.

Раритетними лісовими фітоценозами на території проєктованого парку є угруповання, занесені до Зеленої книги України (табл. 1) [4–6].

Серед лісових масивів значне поширення мають трав'яні і лісові болота й заболочені луки. Флористичне різноманіття доповнює осока — парвська, Девелла, підсніжник білосніжний, скополя карніолійська, цибуля ведмежа, зозульки бузинові, любка дволиста та зеленоквіткова, зозулині сльози яйцеподібні, коручка — темно-червона, широколиста, чемерникоподібна, болотна та пурпурова, лілія лісова, гніздівка звичайна, зозулині черевички справжні, коральковець тричінадрізаний, зозульки — м'ясочервоні та травневі. Рідкісними реліктовими видами є: клопогін європейський, сальвінія плаваюча, плавун — булавоподібний та щитolistий [4, 8].

Слід відзначити, що на Поділлі трапляються також малопоширені асоціації: півників — сибірських та борових, осоки — Буксбаума, Гартмана, проміжної та дернистої, косариків черепитчастих, плодоріжки — блощичної та салепової, купальниці європейської, гронянки півмісяцевої, ломиносу цільнолисткового, багаторядника шипуватого, щитника чоловічого, аспленію зеленого та ін. Серед мезофітів спостерігаються: медунка темна, зірочник лісовий, горделіму європейський, проліска — сибірська та дволиста, копитняк європейський, купина багатоквіткова, мерингія трижилкова, зеленчук жовтий, цибуля ведмежа. Домінуючими геліофітами є лапатка біла, фіалка шерстиста, дзвіночок персикolistий та ін. Лікарські рослини представлені звіробієм продирявленим, валеріаною високою, наперстянкою великоквітковою, первоцвітом весняним, оманом високим, перстачем прямостоячим та ін. Рідкісні-

Таблиця 1

**Раритетні лісові фітоценози проєктованого НПП «Центральне Поділля»  
(in situ автохтонних раритетних лісових фітоценозів)**

Статус збереження видів		Місце природно-заповідних об'єктів (користувачі)	
згідно із «зеленими списками»	категорії ПЗФ	назви об'єктів ПЗФ	
<b>ДУБОВІ ЛІСИ: Звичайнодубові ліси</b>			
<b>Грабово-звичайнодубовий ліс вельмежицобулевий – <i>Carpineto (betuli) - Quercetum (roboris) alliosum (ursini)</i></b>			
Зелена книга України	Ботанічний заказник	Дяківці, 223 га	Літинський р-н, Дяківецька с/р* ДП «Хмільницьке ЛП»
<b>Старовікові ліси парку: стан заповідання (in situ старовікових лісів парку)</b>			
Категорії ПЗФ	Назви територій і об'єктів ПЗФ	Площа ділянок (га)	Вік дерев (років)
			Місце територій і об'єктів ПЗФ
<b>ЗВИЧАЙНОДУБОВИЙ: Грабово-звичайнодубовий</b>			
Зоологічна пам'ятка природи з/з**	Урочище Дубина	29	100–180
<i>Звичайнодубовий чистий</i>			
Ботанічний заказник з/з	Хмільницька дача	50	100
Ботанічна пам'ятка природи м/з***	Кабачок	3,5	100–170
Ботанічна пам'ятка природи м/з	Круглиця	3,6	100–190
Заповідне урочище	Літинська дача	40,7	100–105
Заповідне урочище	Хмільницьке	6,9	100–110
Заповідне урочище	Березнянський ліс	34,3	100–110

Закінчення таблиці

Категорії ПЗФ	Назви територій і об'єктів ПЗФ	Площа ділянок (га)	Вік дерев (роки)	Місце території і об'єктів ПЗФ
Заповідне урочище	Дубина	28,6	100–105	Хмільницький р-н, Березнянська с/р, Березнянське ліс-во, кв. 28, в. 3
ЛИПОВИЙ: <i>Звичайнодубово-липовий</i>				
Ботанічний заказник м/з	П'ятничанський	8,6	205–210	Вінницький р-н, Стрижавська с/р, Якушинецьке ліс-во, кв. 41, в. 3–6
СОСНОВИЙ: <i>Сосновий</i>				
Заповідне урочище	Літинське	7,1	100	Літинський р-н, Соснівська с/р, Літинське ліс-во, кв. 28, в. 1
ЯСЕНЕВИЙ: <i>Звичайнодубово-ясеневий</i>				
Ботанічна пам'ятка природи м/з	Еталонна діброва	1,3	100–105	Вінницький р-н, Якушинецька с/р, Якушинецьке ліс-во, кв. 72, в. 4
Ботанічний заказник м/з	П'ятничанський	8,6	205–210	Вінницький р-н, Стрижавська с/р, Якушинецьке ліс-во, кв. 41, в. 3–6

Примітка: \*с/р – сільська рада; \*\*з/з – загальнодержавного значення; м/з – місцевого значення.

ми для цієї території є зіновать – біла і Блоцького, які зростають на лучно-степових схилах, рідше – на узліссях і галявинах широколистяних лісів. В екотонах між лісовими та лучними угрупованнями трапляється клокичка периста [8].

Одними з еталонних ділянок парку є водно-болотні угіддя; заболоченість території становить 12,3%, загорфованість – 2,5%. Низинні болота розміщуються у заплавах річок, у балках. У цій місцевості домінує трав'яна рослинність з домішкою бекманії звичайної, щучника дернистого, очеретянки звичайної, лепешняку великого, сукака зонтичного, частухи подорожникової та інших вологолюбних рослин. У мезо- і евтрофних прісноводних малопроточних водоймах, що добре прогріваються, подекуди трапляється альдрованда пухирчаста. Великі ділянки поросли очеретом звичайним [13].

Степові ценози збереглися лише на крутих схилах ярів і річкових долин. Ґрунтовий покрив під ними – малопотужні або зовсім змиті дерново-карбонатні Ґрунти. Серед фітогруповань переважає костриця – червона та борозниста, пирій повзучий, тонконіг вузьколистий, келерія струнка, мітлиця повзуча, коношина лучна, люцерна жовта, чина лучна, деревій звичайний, шавлія степова, чебрець український, покісниця розставлена, тимофіївка лучна, лисохвіст лучний та ін. Значно рідше трапляються угруповання ковили волосистої і бородача звичайного.

*Фауна.* Серед раритетних безхребетних фауни парку спостерігаються: *комахи* – бабки, богомоліві, лускокрилі, перетинчастокрилі, твердокрилі, сітчастокрилі; *п'явки* – безхоботні п'явки; *двостулкові* – уніоніди; *червоногі* – легеневи; багатоніжки – губоногі. Рари-

тетна фауна хребетних парку: *земноводні* — хвостаті і безхвості; *плазуни* — черепахи, лускагі; *птахи* — гагаро-, пірникозо-, лелеко-, гусе-, соколо-, куро-, журавле-, сивко-, голубо-, сово-, дрімлюго-, сиворакше-, одудо-, дятло-, горобцеподібні; ссавці — мідичеподібні, рукокрилі, гризуни, хижі, парнокопитні. З іхтіофауни найбільш рідкісними є мінога українська, марена дніпровська, бистрянка російська, які занесені до Червоної книги України. Цінними промисловими рибами є: плітка, окунь, карась — звичайний та сріблястий, щука, судак, йорж, краснопірка, товстолоб білий, лин, амур білий, короп звичайний, густера, головень, лящ, в'язь, рибець звичайний. Трапляються види, занесені до списку «Бернської конвенції»: підуст звичайний, синець, сом європейський, гірчак, в'юн, бистрянка російська, білізна, клепець [9]. У складі гідроценозів виявлено: коловертки, гіллястовусі, ракоподібні (веслоногі, листоногі, десятиногі), де переважають пелагічні форми, значно менше — літоральних і заростевих видів фауни. Серед бентосних організмів найпоширенішими є личинки хірономід, прісноводні равлики — дрейсена річкова й фаготія, червононогі молюски (ставковик великий і малий, калюжниця болотна) річкова лунка, губки, корофіїди, личинки волохокрильців і одноденок. Рідше трапляються олігохети, личинки бабок, остракоди, колемболи. Зооперифітон здебільшого представлено личинками хірономід, молюсків, п'явок, олігохет [13].

Серед парнокопитних парку цінним видом є зубр (*Bison bonasus*), що переважно мешкає на території Калинівського, Літинського і Хмільницького районів, у мисливських угіддях чотирьох користувачів: ДП «Хмільницьке ЛГ», Калинівська, Літинська, Хмільницька районні організації Українського товариства мисливців та рибалок. Репродуктивні групи сконцентровано на території Уладівської, Чорноліської і Хмільницької лісових дач, у мисливських угіддях ДП «Хмільницьке ЛГ». Мігрує вид також на територію Хмельницької обл. З метою охорони його оселищ і відтворення

субпопуляції (поголів'я тварин зменшилось до 91 особини, статеві-віковий стан якого є таким: молодняк до 1 року — 10 голів, тварини віком до 2-х років — 17, дорослі самки — 32, самці — 32 голови; ареал оселищ виду — понад 22 тис. га), керуючись державною програмою з відтворення зубра, необхідно створити селекційний центр на базі проектного парку. Адже впродовж останніх 5 років спостерігаються постійні міграції невеликих груп тварин (до 20 особин) на значну відстань від їх оселищ [3, 4].

На території проектного НПП «Центральне Поділля» буде здійснюватися традиційне господарювання, проте з деякими обмеженнями. Парк стане природним ядром регіональної екомережі, до складу якої переважно ввійдуть залісені території (середня лісистість становить близько 55%), сприятиме обміну генетичною інформацією між локально розташованими природними біоценозами. Охоронна природна територія парку лише тоді буде стійкою, коли стане цілісною й монолітною і матиме необхідну площу для підтримання самовідновлення (самовідтворення) біоти. На думку відомого німецького вченого Б. Далхоффа (1997 р.), території лісів, що відводяться під охорону, повинні мати площу не меншу ніж 20 тис. га. Так, площі необхідно збільшити в Уладівській і Чорноліській лісових дачах для охорони оселищ та відтворення субпопуляції зубра. Поголів'я цих тварин наразі займає ареал площею 32 тис. га. Створення селекційного центру на базі проектного НПП «Центральне Поділля» дасть можливість збільшити кількість особин, переселяти їх в інші угіддя області та за її межі, сприятиме поверненню тварин в природне середовище; зберігати типові та унікальні (мальовничі) природні ландшафти з різноманітною флорою і фауною, мінеральними джерелами, раціонально використовувати рекреаційний потенціал, сприяти розвитку екологічного туризму, спортивного мисливства і рибальства, запровадити постійну природоосвітню, природоохоронну й еколого-виховну роботу, створити нові робочі

місця для населення, яке буде підтримувати встановлений режим охорони парку та займатися органічним землеробством. На території проєктованого парку нами проведено загальне функціональне зонування для різного режиму використання, створено відповідні картосхеми [3].

Серед 34 заповідних об'єктів на території проєктованого парку найбільш цінними біоцентрами є: ботанічні заказники загальнодержавного значення: Дяківці (223 га); Хмільницька дача (50); зоологічна пам'ятка природи загальнодержавного значення урочище Дубина (29); парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення: ім. Леніна (55), ім. 50-річчя Жовтня (20,7); ботанічний заказник місцевого значення «Урочище П'ятничанське» (8); заповідні урочища: Дубина (28,6), Хмільницьке (6,9), П'ятничанське (6,6); пам'ятки природи місцевого значення: Боброва (57,5), Алея вікових лип (27), Кабачок (4,6), Горіховий гай (4,5), Круглиця (3,2), Якушинецька бучина (2,2), Боброве поселення (2), Маленька біданка (1,5); заповідні урочища: Літинська дача (40,7), Літинське (7,1 га) та ін. [4].

## ВИСНОВКИ

Природоохоронний ефект завдяки створенню НПП «Центральне Поділля» забезпечить напрями розвитку регіону: екологічний (середовищеутворювальний,

природоохоронний); соціальний (охорони здоров'я; рекреаційний; науковий; освітній; естетичний; історико-культурний); економічний (підвищення рівня економічного добробуту місцевого населення; створення екобезпечних і комфортних умов проживання місцевого населення, його працевлаштування; залучення інвестицій для розвитку народних промислів, туристичної діяльності; створення державної підтримки для розвитку територіальних громад тощо).

Наукове обґрунтування створення НПП «Центральне Поділля» — це пілотний проєкт, який потребує офіційної деталізації, виділення меж, землевпорядкування, погодження із землекористувачами, створення дирекції парку (пропонується у м. Хмільник), впровадження технологій, що спрямовані на збереження і відновлення біогеоценотичного покриву, відтворення порушених видів зв'язків, оптимізації землекористування, збалансованого розвитку територіальних громад.

Після наукового обґрунтування створення НПП «Центральне Поділля» необхідно виготовити проєктну документацію з деталізацією і виділенням меж у природу, зонуванням парку (створенням заповідної зони; зони стаціонарної рекреації; зони не-стаціонарної рекреації; господарської зони) та погодженням його площі із землевласниками і землекористувачами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Мудрак О.В. Особливості збереження біорізноманіття Поділля: теорія і практика: монограф. / О.В. Мудрак, Г.В. Мудрак. — Вінниця: ТОВ «Нілан — ЛТД», 2013. — 320 с.
2. Закон України «Про природно-заповідний фонд України» № 2456-ХІІ від 16.06.1992 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2456-12>
3. Мудрак О.В. Екологічні та соціальні чинники створення національного природного парку «Подільське Полісся» / О.В. Мудрак // Вісник Житомирського державного агроєкологічного університету. — 2005. — № 1. — С. 245–252.
4. Еталони природи Вінниччини: монографія / О.В. Мудрак, Г.В. Мудрак, В.М. Поліщук та ін.; за заг. ред. О.В. Мудрака. — Вінниця: ТОВ «Консоль», 2015. — 540 с.
5. Зелена книга України / під заг. ред. чл.-кор. НАН України Я.П. Дідуха. — К.: Альтерпрес, 2009. — 448 с.
6. Попович С.Ю. Природно-заповідна справа / С.Ю. Попович. — К.: Арістей, 2007. — 480 с.
7. Формування регіональних схем екомережі: метод. рекомен. / за ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонка. — К.: Фітосоціоцентр, 2004. — 71 с.
8. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.
9. Червона книга України. Тваринний світ; за ред. І.А. Акімова. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 600 с.
10. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Концепція, методи і критерії створення екосети України / Ю.Р. Шеляг-Сосонко, М.Д. Гродзинський, В.Д. Романенко. — К.: Фітосоціоцентр, 2004. — 144 с.

11. Маринич О.М. Фізична географія України: підручник / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. — К.: Знання, 2005. — 511 с.
12. Дідух Я.П. Геоботанічне районування України та суміжних територій / Я.П. Дідух, Ю.Р. Шелиг-Сосонко // Український ботанічний журнал. — 2003. — Т. 60, № 1. — С. 6–17.
13. Мудрак О.В. Водно-болотні угіддя Вінницької області — резервати збереження біологічного різноманіття, їх стан та моніторинг / О.В. Мудрак // Агроекологічний журнал. — 2005. — № 1. — С. 22–30.

## REFERENCES

1. Mudrak, O.V. & Mudrak, G.V. (2013). *Osoblivosti zberezhennia bioriznomanittia Podillya: teoria i praktika: monografia [Features of biodiversity conservation in Podolia: theory and practice]*. Vinnytsya: LTD «Nealan LTD» [in Ukrainian].
2. Zakon Ykrainu «Pro prurudno-zapovidnuuy fond Ykrainu № 2456-XII vid 16.06.1992 [Law of Ukraine «On the Nature reserve fund of Ukraine» № 2456-XII of 16.06.1992]. zakon3.rada.gov.ua. Retrieved from <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2456-12> [in Ukrainian].
3. Mudrak, O.V. (2005). Ekolohichni ta socialni chinnyky stvorenniya nationalnogo prirodnogo parky «Podil's'ke Poliss'a» [Environmental and social factors of the creation of the national natural park «Podilsky Polissya»]. *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnogo ahroekolohichnogo uniwersytetu — Bulletin of the Zhytomyr State Agroecological University*, 1, 245–252 [in Ukrainian].
4. Mudrak, O.V., Mudrak, G.V. & Polishchuk V.M. et al. (2015). *Etalony pryrody Vinnychynty [Standards of nature of Vinnytsya]*. O.V. Mudrak (Ed.). Vinnytsia: TOV «Konsol» [in Ukrainian].
5. Didukh, Ya.P. (Ed.). (2009). *Zelena knuga Ykrainu [Green book of Ukraine]*. Kyiv: Alterpres [in Ukrainian].
6. Popovich, S.Yu. (2007). *Prurudno-zapovidna sprava [Natural-reserved case]*. Kyiv: Ariste [in Ukrainian].
7. Sheliag-Sosonko, Yu.R. (Ed.). (2004). *Formuvannia rehionalnyrkh srhem ekomezhi: metodychni rekomendatsii [Formation of regional schemes of the ecological network: methodical recommendations]*. Kyiv: Phitissotsiotsentr [in Ukrainian].
8. Didukh, Ya.P. (Ed.). (2009). *Chervona knuga Ykrainu. Roslunnuy svit [Red book of Ukraine. Plant world]*. Kyiv: Global consulting [in Ukrainian].
9. Akimov I.A. (Ed.). (2009). *Chervona knuga Ykrainu. Tvarunnuy svit [Red Book of Ukraine. Animal world]*. Kyiv: Global consulting [in Ukrainian].
10. Sheliag-Sosonko, Yu.R., Grodzinsky, M.D. & Romanenko V.D. (2004). *Konchepchiya, metodu i kriterii sozdaniya ekoseti Ykrainu [Concept, methods and criteria for creating econetwork of Ukraine]*. Kyiv: Phitissotsiotsentr [in Ukrainian].
11. Marynich, O.M. & Shishchenko, P.G. (2005). *Phizichna geographiia Ykrainy [Physical geography of Ukraine]*. Kyiv: Znannya [in Ukrainian].
12. Didukh, Ya.P. & Sheliag-Sosonko, Yu.R. (2003). Heobotanichne rainuvannia Ukraini ta sumizhnykh teritorii [Geobotanical zoning of Ukraine and adjoining territories]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal — Ukrainian Botanical Journal*, 60, 1, 6–17 [in Ukrainian].
13. Mudrak, O.V. (2005). Vodno-bolotni ygiddyia Vinnytskoi oblasti — rezervatu zberezhennya biologichnogo riznomanittya, ich stan ta monitoring [Wetlands of Vinnytsia Oblast — reserve for the conservation of biodiversity, their status and monitoring]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 1, 22–30 [in Ukrainian].



## МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕЛІОРОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ

О.В. Власова

*Інститут водних проблем і меліорації НААН*

*Розроблено картографічні моделі стану рослинної та ґрунтової поверхонь на основі спектральних індексів. Визначено зміни стану рослинності за індексами NDVI, NDWI, MSI та родючості ґрунту за індексами ІО, СМ, МС. Встановлено закономірні зміни спектральних характеристик меліорованих земель залежно від впливу гідротермічних умов на спектральне відбиття ґрунтової і рослинної поверхонь, ведення господарської діяльності на основі вегетаційних та ґрунтових картографічних моделей.*

**Ключові слова:** спектральні індекси, супутникові дані, зміна вологості, родючість ґрунту, картографічні моделі.

---

Неконтрольоване вилучення з меліоративного освоєння зрошуваних та осушуваних земель, значне антропогенне навантаження та зміна кліматичних умов є актуальними проблемами сьогодення, які потребують нагального розв'язання. Розробка науково-методичних підходів з оцінювання еколого-меліоративних ситуацій на основі супутникової оперативної, адекватної та доступної користувачам інформації має забезпечувати прийняття ефективних управлінських рішень для розв'язання вказаних проблем [1].

Супутникова інформація дає змогу встановлювати просторово-часову динаміку змін характеристик складових довілля та відтворювати негативні процеси, що їх спричиняють, у вигляді моделей. Питанню моделювання за супутниковою інформацією присвячено роботи В.І. Лялька [2], де розглянуто фізико-математичні моделі спектральних характеристик для ведення екологічного моніторингу, С. Грюнвальда та Г. Васкуеса [3] з моделювання властивостей ґрунту за спектральним відбиттям, Й. Зенга [4], у яких відображено моделі перенесення вологи в агролісових господарствах. Моделюванню спектральних харак-

теристик різних типів рослинності і ґрунту присвячено роботу Е. Пінхейро [5]. Серед існуючих моделей, що використовуються для відтворення певних процесів за супутниковими даними, найбільш оптимальними є електродинамічні моделі з такими параметрами, як спектральна яскравість, тепловий режим ґрунту, вологість, спектральні характеристики поверхні. Тому головною ідеєю під час розробки методичних підходів до опрацювання моделей є виявлення закономірностей формування спектральних характеристик ґрунтового і рослинного покривів за просторово розподіленими супутниковими даними та їх використання для діагностування й оцінювання екологічного стану меліорованих земель. Метою досліджень є удосконалення методів оцінювання екологічного стану меліорованих земель за просторово розподіленими супутниковими даними.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження процесів вологонасичення, визначення стану меліорованих земель з використанням супутникових даних проводили на зрошуваних землях Державного підприємства «Дослідне господарство «Брилівське» (ДП «ДГ Брилівське») ІВПіМ НААН і типових об'єктах у межах

Ірпінської осушувально-зволожувальної системи (ОЗС) (рис. 1). У дослідженнях використовували методи наземних спостережень (натурне обстеження), аналітичні та математичної статистики. Ґрунтовий покрив території представлено темно-каштановим залишково-солонцюватим легкосуглинковим ґрунтом на лесі – типовим для південної частини степової зони України [6].

Натурні обстеження території Ірпінської ОЗС у межах Білогородської сільської ради Києво-Святошинського р-ну Київської обл. полягали у визначенні стану ґрунтового і рослинного покривів, рівневого режиму ґрунтових вод, елементів меліоративної системи та проведенні спостережних робіт на ділянці, що зазнала торфової пожежі у 2015 р. [7]. Ґрунтовий покрив території представлено торфоболотними та лучними ґрунтами.

Для досліджень екологічного стану територій вказаних об'єктів були використані мультиспектральні супутникові знімки Landsat 5, 7 та 8, зроблені в різні періоди часу впродовж 1991–2017 рр. Під час їх оброблення використовували спектральний, математичний та геоінформаційний

аналізи, розрахункові моделі спектральних індексів.

Зміни кількісних та якісних показників рослинного та ґрунтового покривів на супутникових знімках об'єктів досліджень визначали за спектральними індексами (табл. 1).

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Стан рослинності на зрошуваних землях ДП «ДГ «Брилівське» оцінювали за побудованими картографічними моделями нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI) [8]. Зміни значень індексу NDVI впродовж вегетаційного періоду (серпень – вересень 2017 р.) дали змогу спостерігати за динамікою збору врожаю. Різниця у біомасі становила 10%. Динаміка змін упродовж 25 років (1991–2016) тих самих вегетаційних періодів проявилася у збільшенні площ полів сільськогосподарського використання.

Оскільки даних наземних спостережень виявилось недостатньо, було вирішено проаналізувати стан ґрунтів меліорованих земель (впродовж 1991–2016 рр.) за індексами вмісту оксиду заліза (ІО) та глини (СМ) [9]. За цими двома показниками оці-



Рис. 1. Території досліджень: а — зрошені землі ДП «ДГ Брилівське», б — ділянка у межах Ірпінської ОЗС

**Спектральні індекси, використані у дослідженнях 1991–2017 рр.**

Індекс	Назва, формула	Посилання
NDVI	Нормалізований різницевий вегетаційний індекс (Normalized Difference Vegetation Index)	J. Rouse (1973)
	$NDVI = (b_4 - b_3) / (b_4 + b_3)$	
NDWI	Нормалізований різницевий водний індекс (Normalized Difference Water Index)	B. Gao (1996)
	$NDWI = (b_4 - b_5) / (b_4 + b_5)$	
MSI	Індекс стресу вологості (Moisture Stress Index) $MSI = (b_5 - b_4) / (b_5 + b_4)$	E. Hunt (1989)
IO	Індекс вмісту оксиду заліза (Iron Oxide) $IO = b_3 / b_1$	H. Dogan (2009)
CM	Індекс вмісту глини (Clay Mineral) $CM = b_5 / b_7$	H. Dogan (2009)
MC	Індекс композиту мінералів (Mineral Composite) $MC = b_5 / b_7, b_5 / b_4, b_3 / b_1$	H. Dogan (2009)

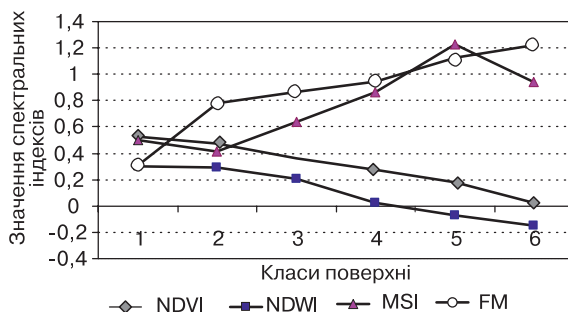
*Примітка:* \* b – канал супутникового знімка.

нено стан ґрунтів. Просторово-часова динаміка збільшення величин вегетаційного і ґрунтових індексів засвідчила зміну стану меліорованих земель в умовах зрошення та збільшення площ сільськогосподарського використання.

Для обстеження стану рослинного та ґрунтового покривів, як індикаторів прояву природних процесів і антропогенного навантаження, територію Ірпінської ОЗС у межах Білогородської сільської ради було класифіковано за супутниковим знімком, на якому виділено основні просторові класи наземного покриву: 1 – овочеві культури, 2 – соняшник, 3 – пасовища, 4 – сіножаті, 5 – стерня зібраних зернових, 6 – відкритий ґрунт. На відміну від моделювання просторово-часової динаміки росту і розвитку монокультури, нами було здійснено просторове моделювання всіх виділених класів. Для встановлення кореляційної залежності між накопиченням біомаси, вологовмістом рослин та родючістю ґрунту було побудовано картографічні моделі індексів стресу вологості MSI ділянки території у межах Ірпінської ОЗС [10], нор-

малізованого різницевого водного індексу NDWI, індексів NDVI та IO. Результати моделювання (рис. 2) засвідчили, що за додаткового штучного зволоження оптимальними є умови для вирощування овочевих культур (1 клас) та соняшнику (2 клас). Найтісніший кореляційний зв'язок – 0,977 існує між накопиченням біомаси (NDVI) та зволоженістю території (NDWI).

Для вказаної території також побудовано картографічні моделі індексів NDVI та IO за п'ять років. Результати свідчать про збільшення величин вегетаційного та



**Рис. 2.** Графіки спектральних індексів та величини достовірності апроксимації (R2) ділянки Ірпінської ОЗС, серпень 2017 р.

## Результати аналізу картографічних моделей спектральних індексів меліорованих земель

Рік досліджень	Середні значення спектральних індексів та достовірність апроксимації даних (R2)					
	NDVI	R2	IO	R2	CM	R2
<i>Зрошувані землі ДП «ДГ «Брилівське»</i>						
1991	0,11	0,973	0,53	0,961	2,13	0,923
2006	0,16	0,911	0,51	0,941	2,05	0,885
2016	0,17	0,986	0,96	0,960	2,85	0,905
<i>Ділянка Ірпінської осушувально-зволожувальної системи</i>						
2011	0,18	0,945	0,42	0,980	2,04	0,894
2015	0,01	0,837	0,84	0,958	1,03	0,986
2017	0,27	0,990	0,88	0,989	1,28	0,921

грунтових індексів з часом. Порівняння класифікацій даних 2011, 2015 та 2017 рр. засвідчило збільшення площ осушуваних земель, що потребують додаткового зволоження. Тому проведено обстеження з фіксації використання дощувальної техніки для поливів на осушуваних угіддях.

На знімках 2015–2017 рр. досліджуваної території за індексом композиту мінералів (МС) було класифіковано ще один тип поверхні — торфове згарище. За результатами моделювання виявлено осередки горіння торфів у 2015 р. та поступове відновлення території — заростання рослинністю впродовж 2016–2017 рр. (табл. 2).

### ВИСНОВКИ

Обґрунтовано, що тематичні карти спектральних індексів, отримані за супутниковими даними, є аналогами просторово-часової динаміки проявів агрокліматичних умов і

найбільш оптимальними моделями формування спектральних характеристик меліорованих земель для оцінювання їх стану.

Визначено, що на зрошуваних землях ДП «ДГ Брилівське» за 25 років відбулися зміни вмісту глини у складі ґрунту — індекс CM збільшився з 2,13 до 2,82. Проте на ділянці у межах Ірпінської ОЗС цей показник зменшився з 2,04 до 1,28. Уміст оксиду заліза (індекс IO) поступово збільшився на обох територіях досліджень — до 0,53–0,96 та 0,42–0,88, як і індекс NDVI — до 0,11–0,17 та 0,18–0,27 відповідно.

Встановлено закономірні зміни спектральних характеристик меліорованих земель залежно від впливу зміни гідротермічних умов на спектральне відбиття ґрунтової та рослинної поверхонь та ведення господарської діяльності на основі вегетаційних та ґрунтових картографічних моделей.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Шевченко А.М. Удосконалення системи просторового оцінювання водно-екологічних та еколого-меліоративних ситуацій з використанням супутникових даних / А.М. Шевченко, О.В. Власова // Меліорація і водне господарство. — 2016. — № 103. — С. 21–25.
2. Багатоспектральні методи дистанційного зондування землі в задачах природокористування / за ред. В.І. Лялька, М.О. Попова. — К.: Наук. думка, 2006. — 357 с.
3. Grunwald S. Fusion of soil and remote sensing data to model soil properties / S. Grunwald, G.M. Vazquez // *Advances in Agronomy*. — 2015. — Vol. 131. — P. 1–109.
4. Zeng Y.A. Canopy radiative transfer model suitable for heterogeneous Agro-Forestry scenes [Електронний ресурс] / Y.A. Zeng // *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 2016 IEEE International. — Режим доступу <https://ieeexplore.ieee.org/document/7729945>

5. Prediction of Soil Physical and Chemical Properties by Visible and Near-Infrared Diffuse Reflectance Spectroscopy in the Central Amazon / É.F.M. Pinheiro, M.B. Ceddia, C.M. Clingensmith et al. // *Remote Sensing*. — 2017. — No. 9. — P. 1–22.
6. Класифікація ґрунтів України / за ред. М.І. Полупана. — К.: Аграрна наука, 2005. — 300 с.
7. Ризик торфових пожеж і шляхи його мінімізації на меліоративних системах у басейнах річок Ірпінь та Здвиж / М. Ромашченко, А. Шевченко, Д. Савчук, А. Забуга // *Водне господарство України*. — 2016. — № 1 (121). — С. 19–27.
8. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS / J.W. Rouse, R.H. Haas, J.A. Schell, D.W. Deering // *Third Earth Resources Technology Satellite: 1 Symposium*. — Washington, 1973. — Vol. 1. — P. 309–317.
9. Dogan H.M. Mineral composite assesment of Kelkit River Basin in Turkey by means of remote sensing / H.M. Dogan // *Journal of Earth Systems Science*. — 2009. — No. 6. — P. 701–710.
10. Hunt E. Detection of Changes in Leaf Water Content Using Near- and Middle-Infrared Reflectances / E. Hunt, B. Rock // *Remote Sensing Environmental*. — 1989. — No. 30. — P. 43–54.

## REFERENCES

1. Shevchenko, A.M., Vlasova, O.V. (2016). Udoskonalennia systemy prostorovoho otsiniuvannia vodno-ekolohichnykh ta ekoloho-melioratyvnykh sytuatsii z vykorystanniam suputnykovykh danykh [Improvement of the system of spatial assesment of water-ecological and ecologically-ameliorative situations using satellite data]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo — Reclamation and water management*, 103, 21–25 [in Ukrainian].
2. Lialko, V.I., Popov, M.O. (2006). *Bahatospektralni metody dystantsiinoho zonduvannia zemli v zadachakh pryrodokorystuvannia [Multispectral methods of earth's remote sensing in the problems of nature use]*. Kyiv: Nauk. Dumka [in Ukrainian].
3. Grunwald, S., Vasques, G.M. (2015). Fusion of soil and remote sensing data to model soil properties. *Advances in Agronomy*, 131, 1–109 [in English].
4. Zeng, Y.A. (2016). Canopy radiative transfer model suitable for heterogeneous Agro-Forestry scenes. *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, IEEE International. *ieeexplore.ieee.org*. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/document/7729945/> [in English].
5. Pinheiro, É.F.M., Ceddia, M.B., Clingensmith, C.M., Grunwald, S., Vasques, G.M. (2017). Prediction of Soil Physical and Chemical Properties by Visible and Near-Infrared Diffuse Reflectance Spectroscopy in the Central Amazon. *Remote Sensing*, 9, 1–22 [in English].
6. Polupan, M.I. (2005). *Klasyfikatsiia ґрунтів Ukrainy [Classification of soils of Ukraine]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
7. Romashchenko, M., Shevchenko, A., Savchuk, D., Zabuha, A. (2016). Ryzkyk torfovykh pozhezh i shliakhy yoho minimizatsii na melioratyvnykh systemakh u basinakh richok Irpin ta Zdvyzh [The risk of peat fires and the ways of minimization on the reclamation systems in the basins of the Irpin and Zdvyzh rivers]. *Vodne hospodarstvo Ukrainy — Water management of Ukraine*, 1, 121, 19–27 [in Ukrainian].
8. Rouse, J.W. (1973). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *Third Earth Resources Technology Satellite '73: 1 Symposium*. (Vol. 1, pp. 309–317). Washington [in English].
9. Dogan, H.M. (2009). Mineral composite assesment of Kelkit River Basin in Turkey by means of remote sensing. *Journal of Earth Systems Science*, 6, 701–710 [in English].
10. Hunt, E., Rock, B. (1989). Detection of Changes in Leaf Water Content Using Near- and Middle-Infrared Reflectances. *Remote Sensing Environmental*, 30, 43–54 [in English].

## СТАН ДЕНДРОФІТІВ ВУЛИЧНИХ НАСАДЖЕНЬ МІСТА ЛУБЕН

Л.М. Тимошенко

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Досліджено життєвий стан та декоративність вуличних насаджень на території м. Лубен (центральна частина міста). Встановлено залежності між деякими біометричними характеристиками і станом дерев. Встановлено, що у складі вуличних насаджень переважають 40- і 50-річні деревні рослини. Проаналізовано видовий склад дерев і кущів та проведено оцінку стану дендрофітів вуличних насаджень, за результатами якої їх функціональний стан характеризується, переважно, як задовільний та добрий. З'ясовано, що оптимальним життєвим станом і декоративністю відзначаються деревні види, для яких характерними є лише механічні пошкодження.*

**Ключові слова:** дендрофіти, вуличні насадження, дерева, вік, життєвий стан.

Найефективніше виконувати свої функції, зокрема санітарно-гігієнічні, декоративні, естетичні, можуть лише зелені насадження, які перебувають у доброму стані [1, 2]. Тому визначення реального стану деревних і кущових видів у межах населених пунктів і вуличних насаджень, виявлення залежностей від впливу різноманітних екологічних чинників та пошук шляхів щодо його покращення залишаються досі актуальними.

На стан навколишнього природного середовища впливає значна кількість чинників, проте на найважливіші показники якості довкілля істотно впливають саме озеленені території, за умов їх раціональної організації. Для створення у містах сприятливих умов проживання людей важливим завданням є досягнення максимальної здатності рослин екологічно якісно покращувати довкілля [4, 5].

Вуличні насадження відіграють важливу роль у формуванні середовища міст: надають індивідуальних, своєрідних рис, підкреслюють архітектурні особливості, споруди, пам'ятники, декорують огорожі, промислові об'єкти. Вони беруть участь в оформленні міських площ та інших композиційних центрів, за їхньою допомогою виділяють мальовничість або приховують недоліки рельєфу. Рекреаційна функція насаджень, і зокрема вуличних, в умовах прискороного темпу міського життя і пси-

хологічних перевантажень є неоціненною. Крім того, результати останніх досліджень свідчать про те, що зелені насадження впливають на когнітивний розвиток дітей, особливо в умовах урбоєкосистем [6].

У міських умовах зафіксовано специфічні шкідливі впливи на стан дерев та кущів, поширення низки захворювань та пошкоджень, які не є характерними для насаджень поза межами міських населених пунктів. Одним з найвагоміших є хімічний вплив, зокрема забруднення ґрунту отруйними речовинами, що спричиняє відмирання коренів, всихання верхівок і навіть повну загибель насаджень. Високі концентрації газів уздовж магістралей та тривалий їх вплив на рослинний організм зумовлює відмирання бруньок, квітів, листя і пагонів, які своєю чергою перетворюються на субстрат для розвитку різноманітних грибних інфекцій.

Іншою специфічною особливістю негативного впливу на вуличні насадження є ущільнення ґрунту та різноманітне тверде покриття, що порушує протікання природних процесів у ґрунті та негативно впливає на стан насаджень. Не менш шкідливим для насаджень є механічний вплив унаслідок прокладання та догляду за надземними і підземними комунікаціями. Такі пошкодження, як правило, залишаються без належного догляду і часто призводять до захворювань і загибелі дерев і кущів. Слід наголосити, що механічні пошкодження наносяться і під час формування крони де-

рева. Поєднання такого комплексу несприятливих чинників потребує від працівників зеленого будівництва і благоустрою різноманітних знань і умінь, аби знизити ризики і пом'якшити вплив несприятливих умов міського середовища на насадження [3].

Мета дослідження — визначити та проаналізувати життєвий стан і декоративність дендрофітів вуличних насаджень на території м. Лубен Полтавської обл. (на прикладі центральної частини міста).

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Предмет досліджень — дерева і куці вуличних насаджень на території центральної частини м. Лубен Полтавської обл. Під час проведення аналізу були використані матеріали подеревної інвентаризації вуличних насаджень, проведеної нами навесні та влітку 2015 р. [2]. Вік дерев встановлювали за посадковими відомостями, були використані корегувальні коефіцієнти деревних порід (Борейко, 2010) [7]. Життєвий стан дерев оцінювали візуальним методом, в основу якого покладено визначення ступеня порушення асимілюючого апарату і крон [8]. За такої оцінки враховується: 1 — частка живих ( $P_1$ ) гілок у кронах дерев ( $10\% = 1$  бал); 2 — ступінь облиствленості крон ( $P_2$ ) ( $10 = 1$ ); 3 — частка живих (без пошкоджень і некрозів) листків ( $P_3$ ) у кронах дерев ( $10 = 1$ ); 4 — середня частка ( $P_4$ ) живої площі листової пластинки ( $10\% = 1$  бал); сумарну оцінку стану рослин ( $C_c$ ) кожного виду в зелених насадженнях проведено за 10–25 од. модельних дерев за формулою:

$$C_c = P_1 + P_2 + P_3 + P_4.$$

Декоративність визначали за 3-бальною шкалою [3]. Основні таксаційні показники — за загальноприйнятою методикою Н.П. Анучина (1982). Латинські назви рослин наведено за відповідними визначниками [9, 10].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Встановлено, що дендрофіти вуличних насаджень центральної частини м. Лубен представлено 52 таксонами, у т.ч. 35 вида-

ми дерев і 15 видами декоративних кущів. Переважають у складі вуличних насаджень покритонасінні, що становлять 79% від їх видового складу, та голонасінні — 21%. За походженням, у складі насаджень центральної частини міста незначно переважають аборигенні види — 53%, частка інтродуцентів становить 47%.

У кількісному відношенні вуличні насадження представлено: алейними посадками берези повислої (*Betula pendula* Roth.) — 25,22%, гіркокаштану звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) — 10,7, липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.) — 6,51 та широколистої (*Tilia platyphyllos* Scop.) — 2,90, клена гостролистого (*Acer platanoides* L.) — 2,11 та гостролистого ф. куляста (*Acer platanoides* L. f. *globosa*) — 0,29, горіха волоського (*Juglans regia* L.) — 2,40 та інших видів; серед голонасінних переважають насадження ялини звичайної (*Picea abies* L.) — 8,34 та колючої ф. сиза (*Picea pungens* Engelm. і *f. glauca*) — 3,71, туї західної (*Thuja occidentalis* L.) — 3,50%. Серед кущів найчисленнішими є насадження самшиту вічнозеленого (*Buxus sempervirens* L.) — 3,39%, ялівцю козачого (*Juniperus sabina* L.) — 2,34 та бузку звичайного (*Syringa vulgaris* L.) — 0,60% від загальної кількості екземплярів.

Аналіз даних проведеної інвентаризації засвідчив, що у складі вуличних насаджень переважають 40- і 50-річні деревні рослини (рис. 1), на які припадає близько 32% екземплярів.

Виявлено прямий кореляційний зв'язок між життєвим станом і декоративністю деревних рослин. Коефіцієнт кореляції варіює у межах 0,5464 — 0,7951.

Як видно з наведених даних, оптимальним життєвим станом і декоративністю відзначаються *Acer platanoides* L. та *Tilia cordata* Mill., для яких характерними є лише механічні пошкодження деяких екземплярів унаслідок технічних робіт із догляду за міськими комунікаціями та дорожньо-транспортних пригод. У дерев *Betula pendula* Roth., окрім механічного пошкодження, спостерігається часткова втрата декоративності та погіршення загального стану унаслідок неправильного весняного підто-

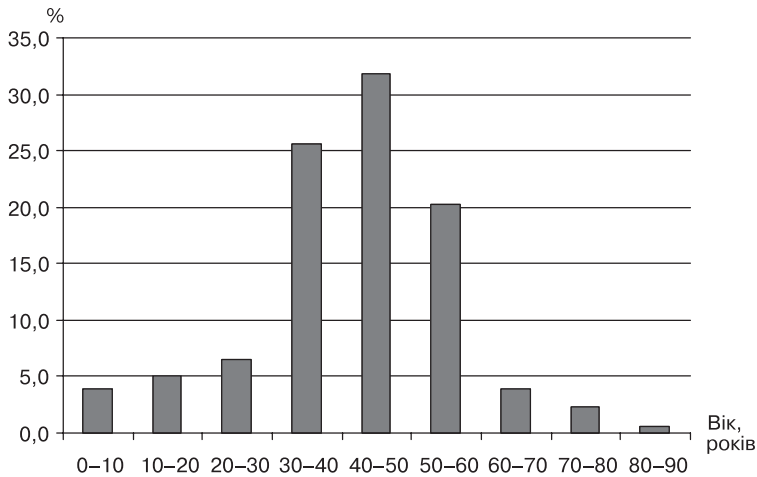


Рис. 1. Розподіл деревних насаджень за їх віком

Таблиця 1

## Характеристика найпоширеніших деревних видів вуличних насаджень м. Лубен

Вид	Характеристика об'єктів				
	переважаючі показники			бали	
	вік, років	висота, м	діаметр, м	стан	декоративність
<i>Betula pendula</i> Roth.	50±15	11,9±1,3	27±5	35,6±0,20	2,6±0,15
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	44±7	12,6±1,8	39±7	20,1±0,54	1,8±0,02
<i>Tilia cordata</i> Mill.	49±14	10,7±2,5	32±6	34,5±0,33	2,7±0,12
<i>Acer platanoides</i> L.	60±10	9,4±4,1	33±12	39,2±0,20	2,8±0,05
<i>Jugians regia</i> L.	25±5	11,0±2,3	25±6	28,2±0,35	2,5±0,03

чування соку. Деяко нижчими показниками характеризуються насадження *Jugians regia* L., що зумовлено підмерзанням та частковим відмиранням пагонів поновлення, морозобійними тріщинами, дуплами. Найнижчі показники життєвого стану і декоративності серед видів, представлених у межах вуличних насаджень міста, зафіксовано у *Aesculus hippocastanum* L., що насамперед спричинено масовим ураженням рослин каштановою мінуючою міллю — *Cameraria ohridella* Descha (*Lepidoptera, Gracillariidae*), а також зростанням дерев у загущених рядових посадках. Оцінка екземплярів різних вікових груп свідчить, що найвищі показники декоративності мають дерева 20- та 45-річного віку (рис. 2).

Дендрофіти алеї відрізняються за віком у межах 10 років. Періодичні підсаджування вуличних насаджень, здійснені за останні 3–5 років, збереглися поодинокі, вони здебільшого — ослаблені і пошкоджені. Для рослин старшої вікової групи характерним є втрата декоративності через механічні пошкодження, часткове всихання гілок тощо. Оцінку показників декоративності 40-річних насаджень значно знизили алеїні насадження *Aesculus hippocastanum* L., які потребують поступової заміни стійкими до міських умов видами і формами дендрофітів.

У кількісному відношенні насаджень переважають середньовікові і старі дерева. Середня висота насаджень істотно відрізня-



няється в розрізі видів і становить від трьох (*Thuja occidentalis* L.) до понад 21 м (*Quercus robur* L.). Найвищими є рослини старшої вікової групи та вікові дерева: *Quercus robur* L. — понад 21 м, *Fraxinus excelsior* L., *Populus pyramidalis* Rozier, *Ulmus laevis* Pall., *Acer pseudoplatanus* L., та *A. platanoides* L. — 18 м.

Міські вуличні насадження — це істотний компонент санітарного та емоційного середовища життя людини. Природні адаптаційні процеси у аборигенних угрупованнях тривають впродовж значного періоду часу, що не прийнятно для міського середовища, де умови росту і розвитку рослин стрімко змінюються під впливом людської діяльності. Результати проведеного аналізу свідчать, що для покращення стану і декоративності вуличних насаджень необхідно вжиття довгострокових і комплексних заходів із збагачення фіторізноманіття багатофункціональних насаджень стійкими до стресових умов дендрофітами місцевої флори та інтродуцентами.

### ВИСНОВКИ

Встановлено, що дендрофіти вуличних насаджень центральної частини міста представлено 50 видами та двома формами. Переважають у складі вуличних насаджень покритонасінні, що становлять 79% від ви-

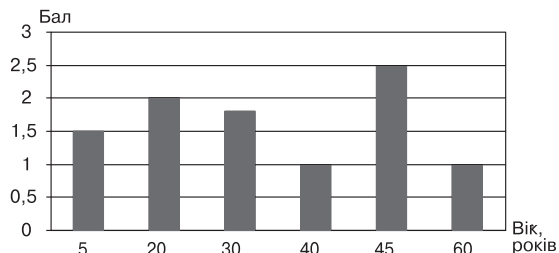


Рис. 2. Оцінка декоративності деревних насаджень різного віку

дового складу представлених видів, голонасінні — 21%. За походженням, у складі насаджень центральної частини міста переважають аборигенні види — 53%, частка інтродуцентів — 47%.

Виявлено, що кращим життєвим станом і вищою декоративністю характеризуються дерева *Acer platanoides* L. та *Tilia cordata* Mill., що мають лише механічні пошкодження. Виявлено пряму кореляційну залежність між життєвим станом і декоративністю дендрофітів.

Для покращення стану і декоративності вуличних насаджень необхідно вжиття довгострокових і комплексних заходів із збагачення їх фіторізноманіття та багатофункціональності, чому сприятиме використання стійких до стресових умов дендрофітів аборигенної флори та інтродуцентів, а також науковий супровід за їх доглядом.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Авдеева Е.В. Природный каркас — основа устойчивого развития урбанизированных территорий / Е.В. Авдеева // Проблемы озеленения городов. — 2004. — Вып. 10. — С. 18–20.
2. Тимошенко Л.М. Аналіз деревно-чагарникової рослинності вуличних насаджень міста Лубен / Л.М. Тимошенко // Матеріали ІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Перспективні напрямки наукових досліджень лікарських і ефіроолійних культур» (Березоточа, 4–5 червня 2015 р). — Березоточа, 2015. — С. 54–57.
3. Мониторинг состояния древесных насаждений на некоторых объектах озеленения в центральной части города Мурманска [Электронный ресурс] / О.Б. Гонтарь, Е.А. Святковская, Н.Н. Тростенюк и др. — Режим доступа: [https://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2013/2013\\_3\\_621\\_625.pdf](https://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2013/2013_3_621_625.pdf)
4. Филиппова А.В. К вопросу организации эффективных насаждений древесных пород в условиях городской среды [Электронный ресурс] / А.В. Филиппова, М.В. Рябухина // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. — 2014. — Т. 27 (66), № 5. — С. 160–164. — (Серия «Биология, химия»). — Режим доступа: <http://snbiolchem.crimea.edu>
5. Якушина Э.И. Древесные растения в озеленении Москвы / Э.И. Якушина. — М.: Наука, 1982. — 158 с.
6. Expert reaction to exposure to green spaces at school and cognitive development in primary schoolchildren [Электронный ресурс] / June 15, 2015. — Режим доступа: [sciencemediacentre.org](http://sciencemediacentre.org)
7. Борейко В.Е. Заповедники, заповедность и живородящий хаос / В.Е. Борейко. — К.: КЭКЦ, 2010. — 48 с.

8. Физиология растений: метод. указ. по лаб. работам: Версия 1.0. [Электронный ресурс] / [В.М. Голод, Н.А. Гаевский, Т.И. Голованова и др.] — Красноярск: ИПССФУ, 2008. — Режим доступа: 1 электрон, опт. диск (CD-ROM): цветн.; 12 см. — (метод. указ. по лаб. работам). — Систем. условия: Pentium — 266; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 98/2000/NP/XP. — Название с титул. экрана.
9. Определитель высших растений Украины / Д.Н. Доброчаева, М.И. Котов, Ю.Н. Прокудин и др. К.: Наук. думка, 1987. — 548 с.
10. *Mosyakin S.L.* Vascular plants of Ukraine: a nomenclature checklist / S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk. — Kiev, 1999. — 345 p.

## REFERENCES

1. Avdeeva, Ye.V. (2004). Prirodnyy karkas — osnova ustoychivogo razvitiya urbanizirovannykh territoriy [The natural framework is the basis for sustainable development of urban areas]. *Problemy ozeleneniya gorodov — Problems of urban greening*, 10, 18–20 [in Russian].
2. Tymoshenko, L.M. (2015). Analiz derevno-chaharnykovoi roslinnosti vulychnykh nasazhden mista Luben [The analysis of wood-shrub vegetation of street plantations of Luben city]. Proceedings from Perspektivni napriamky naukovykh doslidzhen likarskykh i efirooliynykh kultur '15: *Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh (4–5 chervnia 2015 goda) — All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists* (pp. 54–57). Berezotcha [in Ukrainian].
3. Gontar, O.B., Svyatkovskaya, Ye.A., Trostenyuk, N.N. et al. (2013). Monitoring sostoyaniya drevesnykh nasazhdeniy na nekotorykh obektakh ozeleneniya v tsentralnoy chasti goroda Murmanska [Monitoring of the condition of tree plantations on some sites of landscaping in the central part of the city of Murmansk]. *www.2013 3 621\_625*. Retrieved from [https://www.2013 3 621\\_625.pdf](https://www.2013 3 621_625.pdf) [in Russian].
4. Filippova, A.V. & Ryabukhina, M.V. (2014). K voprosu organizatsii effektivnykh nasazhdeniy drevesnykh porod v usloviyakh gorodskoy sredy [On the issue of organization of effective tree planting in the conditions of the urban environment]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V.I. Vernadsky*, 27, 66, 5, 160–164. Retrieved from <http://snbiolchem.crimea.edu> [in Russian].
5. Yakushina, E.I. (1982). *Drevesnye rasteniya v ozelenenii Moskvy [Woody plants in the gardening of Moscow]*. Moskva: Nauka [in Russian].
6. Site Science Media Centre [Expert reaction to exposure to green spaces at school and cognitive development in primary schoolchildren]. *www.sciencemediacentre.org*. Retrieved from <http://www.sciencemediacentre.org> [in English].
7. Boreyko, V.Ye. (2010). *Zapovedniki, zapovednost i zhivorodnyashchiy khao* [Reserves, a reserve and viviporous chaos]. Kiev: KEKT [in Russian].
8. Golod, V.M. (Eds.). (2008). *Fiziologiya rasteniy: metodicheskie ukazaniya po lab. rabotam* [Plant physiology: methodical instructions on the lab. works]. *Krasnoyarsk: IPSSFU 1 elektron, opt. disk (CD-ROM) tsvetn 12 sm*. Retrieved from: Sistem. usloviya Pentium — 266; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 98/2000/NP/XP [in Russian].
9. Dobrochaeva, D.N. et al. (1987). *Opredelitel vysshikh rasteniy Ukrainy [The determinant of higher plants of Ukraine]*. Kiev: Naukova dumka [in Russian].
10. Mosyakin, S.L., & Fedoronchuk, M.M. (1999). *Vascular plants of Ukraine: a nomenclature checklist*. — Kiev: M.G. Kholodny Institute of Botany [in English].

## РУХОМІСТЬ СВИНЦЮ ЗА ПРОФІЛЕМ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ТА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ

І.В. Паращенко

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Охарактеризовано приналежність свинцю до першого класу небезпечності «особливо небезпечних неорганічних полютантів», що підлягає обов'язковому контролю в об'єктах навколишнього природного середовища, а саме, у ґрунтах. Досліджено розподіл свинцю в чорноземі типовому та дерново-середньопідзолистому ґрунті. Встановлено, що свинець мігрує за профілем ґрунту, і його міграція залежить від типу та фізико-хімічних властивостей ґрунту, вмісту органічної речовини у профілі та особливостей процесу ґрунтоутворення. Розраховано коефіцієнт радіальної міграції та коефіцієнт концентрації свинцю для дерново-підзолистого ґрунту та чорнозему типового. Коефіцієнт радіальної міграції для досліджуваних ґрунтів варіює у межах  $0,85 \div 1,56$ , що свідчить про процеси вилугування чи нагромадження свинцю за профілем досліджуваних ґрунтів. Коефіцієнт концентрації у природних екосистемах досліджуваних ґрунтів варіює у межах  $\leq 0,5$ , що свідчить про розсіювання елемента за профілем дерново-середньопідзолистого ґрунту та чорнозему типового.*

**Ключові слова:** свинець, фоновий уміст, профіль ґрунту, дерново-середньопідзолистий ґрунт, чорнозем типовий, генетичний горизонт ґрунту, коефіцієнт радіальної міграції, коефіцієнт концентрації.

Загальновідомо, що нині забруднення біосфери шкідливими речовинами набуло глобальних масштабів. Серед неорганічних полютантів, що підлягають постійному контролю, свинець (Pb) займає одне з провідних місць — згідно із санітарно-гігієнічною та екотоксикологічною класифікацією він належить до першого класу небезпечності («особливо небезпечні речовини») [1]. Для оцінки небезпечності свинцю за гігієнічними нормативами послуговуються чинними в Україні граничнодопустимими концентраціями (ГДК), а саме: для валових форм — 30 мг/кг, для рухомих — 2 мг/кг [2, 3].

Українські вчені А.І. Фатеєв, М.М. Мірошниченко, Е.Я. Жовінський, І.В. Куряєва, Т.М. Єгорова та ін. провели низку досліджень щодо вмісту свинцю у компонентах екосистем, зокрема у ґрунті [2–6]. Проте нині перед вченими постала проблема, зумовлена гігієнічним нормуванням елемента у ґрунтах. Так, існує невідповідність між фоновим умістом свинцю та його ГДК у ґрунті: фоновий уміст варіює від

6 мг/кг на Поліссі до 168–240 мг/кг у Карпатах [3].

У науковій літературі існують різні дані щодо здатності свинцю до вертикальної міграції. На думку низки дослідників, серед важких металів свинець є найменш рухомих і локалізується, переважно, у верхніх шарах ґрунту [3, 4, 6, 8]. Були проведені дослідження, спрямовані на встановлення здатності свинцю до міграції як за межі кореневмісного шару ґрунту, так і за межі основних генетичних горизонтів.

Метою роботи було дослідити механізм розподілу свинцю у профілі чорнозему типового важкосуглинкового та дерново-середньопідзолистого ґрунту в умовах природних екосистем.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для вивчення природного розподілу свинцю у ґрунтах було відібрано зразки ґрунту на території Полтавської ДСГДС (с. Степне, Полтавська обл.) та Інституту сільського господарства Полісся (с. Грозине, Коростенський р-н., Житомирська обл.). Зразки ґрунту відбирали в межах природних екосистем, тобто на землях,

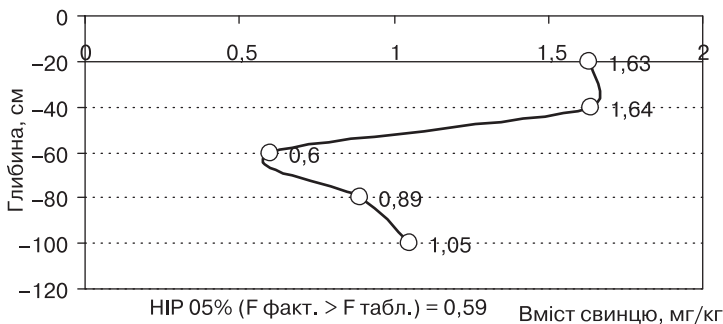
які не зазнали антропогенних змін. Зразки ґрунту відбирали на глибині близько 100 см через кожні 20 см. Уміст свинцю визначали атомно-абсорбційним методом з використанням спектрофотометра ААС-3. Екстракцію потенційно рухомих форм свинцю з ґрунту здійснювали за допомогою одно-нормального розчину азотної кислоти [9]. Для аналізу одержаних результатів користувались кореляційним та дисперсійним статистичними методами обробки результатів.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Природний розподіл свинцю у ґрунтах України перебуває під впливом різних чинників, серед яких основними є умови ґрунтоутворення та склад ґрунтотворних порід, рельєф місцевості, погодно-кліматичні умови, рослинний покрив.

У межах генетичного профілю ґрунту трапляються різні ґрунтово-генетичні бар'єри: ілювіальні горизонти (ілювіально-залізисто-гумусові, ілювіально-кольматовані) карбонатні, гіпсові, солонцеві, глеєві.

Дослідження механізму розподілу свинцю проводили на дерново-середньопідзолистому глеюватому глинисто-піщаному ґрунті, що утворився на важкосуглинковій морені. Результати природного розподілу свинцю у профілі ґрунту засвідчили, що його акумуляція спостерігається у верхніх шарах: гумусово-ілювіальному горизонті (0–40 см), де вміст свинцю визначався на рівні 1,63–1,64 мг/кг (рис. 1). Саме ці горизонти характеризуються накопиченням



**Рис. 1.** Розподіл свинцю у профілі дерново-підзолистого глеюватого ґрунту

органічної речовини, з якою свинець може утворювати комплексні сполуки, і саме ці горизонти є природним біогеохімічним бар'єром під час його міграції. На глибині 40–60 см відбулось значне зменшення вмісту свинцю (у 1,8–2,7 раза), що обумовлено інтенсивним промивним режимом ґрунту, відсутністю на цій глибині мінеральних і органічних колоїдів, здатних утворювати з металом малорозчинні комплекси.

Чорноземи типові — найпоширеніший підтип ґрунтів у лісостеповій зоні України. Їх склад та властивості визначено розвитком чорноземного (гумусово-акумулятивного) процесу ґрунтоутворення, що протікає під наметом трав'янистої рослинності в умовах помірно вологого клімату (гідротермальний коефіцієнт ГТК = 1) [10]. Суть процесу полягає у збагаченні ґрунтоутворної породи, або ґрунтової товщі, особливо верхньої частини, специфічними гумусовими речовинами кислотної природи (переважно гуміновими і фульвокислотами та гуміном). Цей процес характеризується значним накопиченням гумусу, біофільних елементів у верхній 0–50 см товщі, неглибоким заляганням карбонатів, відсутністю перерозподілу колоїдів у профілі. Важливою особливістю чорноземів типових є розподіл гумусу в профілі ґрунту — максимальна його кількість акумулюється у верхньому гумусованому горизонті і поступово зменшується вглиб за профілем ґрунту [10, 11].

Нашими дослідженнями було встановлено, що у чорноземі типовому важкосуглинковому найбільший уміст свинцю спостерігався у верхніх гумусово-акумулятивних горизонтах ґрунту, де цей показник становив 5,93–6,20 мг/кг (рис. 2).

З глибиною відбувалося поступове зниження його кількості, і на глибині 60–80 см уміст свинцю становив 5,0 мг/кг ( $P(h)k$ ), на глибині 80–100 см ( $Pk$ ) — 4,12 мг/кг,

що обумовлено наявністю карбонатів у складі цих горизонтів. Карбонати мають високу здатність до утворення зі свинцем важкорозчинних солей, які спостерігаються на глибині 60 см, і цей горизонт можна розглядати як геохімічний бар'єр щодо міграції свинцю (рис. 2).

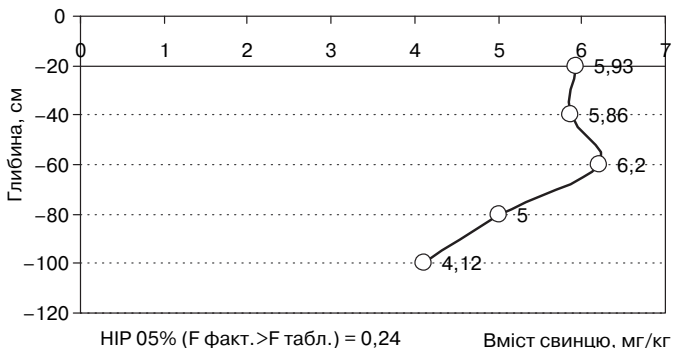
Для проведення екотоксикологічної оцінки ґрунтів за вмістом свинцю нами було розраховано коефіцієнт радіальної міграції ( $K_p$ ), який характеризує співвідношення вмісту певного хімічного елемента ( $k_i$ ) у біогоризонті і його вмісту в породі або в іншому еталоні  $K_i$ :

$$K_p = k_i / K_i,$$

де  $k_i$  — уміст (кількість)  $i$ -хімічного елемента (речовини) у  $n$ -компоненті (біогоризонті),  $K_i$  — уміст (кількість)  $i$ -хімічного елемента (речовини) в еталоні (породі) [7, 12–14].

Розрахунки засвідчили, що значення коефіцієнта радіальної міграції ( $K_p$ ) у профілі дерново-середньопідзолистого ґрунту варіювали у межах  $0,85 \div 1,56$ , тоді як у профілі чорнозему типового важкосуглинкового — у межах  $1,21 \div 1,50$  (табл.).

Величина коефіцієнта радіальної міграції ( $K_p$ ) свідчить про активність процесів вилуговування ( $K_p < 1$ ) та нагромадження



**Рис. 2.** Розподіл свинцю у профілі чорнозему типового важкосуглинкового

( $K_p > 1$ ) свинцю у генетичних горизонтах [7, 12, 13].

Результати розрахунків свідчать, що у чорноземі типовому важкосуглинковому переважають процеси нагромадження свинцю за профілем ґрунту  $K_p > 1$ . Це дає підстави стверджувати, що така міграція свинцю не спричиняє небезпеки для навколишнього природного середовища. У верхніх шарах дерново-підзолистого ґрунту відбувається нагромадження свинцю ( $K_p > 1$ ), тоді як у нижніх — вилуговування ( $K_p < 1$ ), що свідчить про високу активність міграції елемента.

Для оцінки фізико-хімічної міграції свинцю нами був використаний коефіцієнт концентрації (КК), який характеризує кларки концентрації відносно глобально-го кларка за Г. Боуеном [14, 15]. Для чор-

**Коефіцієнт радіальної міграції ( $K_p$ ) свинцю у чорноземі типовому та дерново-середньопідзолистому ґрунті**

Глибина, см	К <sub>р</sub> (Pb)	
	дерново-середньопідзолистий ґрунт	чорнозем типовий важкосуглинковий
0–20	1,55	1,43
20–40	1,56	1,42
40–60	0,57	1,50
60–80	0,85	1,21
80–100	–	–
Діапазон К <sub>р</sub>	0,85 ÷ 1,56	1,21 ÷ 1,50

нозему типового КК становив  $0,34 \div 0,52$ , тоді як для дерново-підзолистого ґрунту  $0,05 \div 0,14$ . Розрахунки КК у природних екосистемах досліджуваних ґрунтів засвідчили, що КК варіює у межах  $\leq 0,5$  що свідчить про розсіювання елемента за ґрунтовим профілем.

### ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень встановлено, що природний розподіл свинцю за профілем двох типів ґрунтів — дерново-середньопідзолистого та чорнозему типового залежить від процесів ґрунтоутворення і наявності біогеохімічних бар'єрів. Фоновий уміст потенційно рухомого свинцю у шарі 0–20 см варіює у межах 1,63–5,93 мг/кг ґрунту.

Для дерново-середньопідзолистого ґрунту характерним є гумусово-елювіально-ілювіальний розподіл свинцю; для чорнозему типового — високий уміст свинцю у верхніх гумусованих шарах ґрунту, де він асоціюється з органічними речовинами.

У дерново-підзолисту ґрунті спостерігається активізація процесів міграції і вилуговування свинцю з верхніх шарів, що може спричинити надходження цього токсичного елемента у підземні води.

Розрахунки коефіцієнта концентрації в природних екосистемах досліджуваних ґрунтів продемонстрували, що його значення варіює у межах  $\leq 0,5$ . Це свідчить про розсіювання елемента за ґрунтовим профілем.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Охрана природы (ССОП). Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения: ГОСТ 17.4.1.02–83. — [Дата введения 1985-01-01]. — М.: Стандартиформ, 1985. — 4 с. — (Межгосударственный стандарт).
2. Жовинский Э.Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э.Я. Жовинский, И.В. Кураева. — К.: Наукова думка, 2002. — 213 с.
3. Фатеев А.И. Фоновый уровень микроэлементов у грунгах Украины / А.И. Фатеев, Я.В. Пащенко. — Х., 2003. — 117 с.
4. Біогеохімічні критерії оцінки екологічного стану ґрунтового покриву міських агломерацій / І.В. Кураєва, Ю.Ю. Войтюк, О.В. Матвієнко, О.В. Мусіч // Пошукова та екологічна геохімія. — 2015. — № 1 (16). — С. 3–8.
5. Єгорова Т.М. Ландшафтна екологія України / Т.М. Єгорова. — Кам'янець-Подільський: Видавель Зволейко Д.Г., 2009. — 192 с.
6. Еколого-геохімічні дослідження території м. Шостка (Сумська область) / О.В. Матвієнко, І.В. Кураєва, А.І. Самчук, Ю.Ю. Войтюк // Пошукова та екологічна геохімія. — 2016. — № 1 (17). — С. 20–25.
7. Макаренко Н.А. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив за впливом на ґрунтову систему: дис. ... д-ра с.-г. наук: 03.00.16 / Н.А. Макаренко. — К., 2002. — 377 с.
8. Добровольский В.В. Свинец в окружающей среде / В.В. Добровольский. — М.: Наука, 1987. — 181 с.
9. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. — М.: ЦИНАО, 1992. — 61 с.
10. Ґрунтознавство з основами геології / О.Ф. Гнатенко, М.В. Капштик, Л.Р. Петренко, С.В. Вітвицький. — К.: Оранта, 2005. — 648 с.
11. Полупан М.І. Класифікація ґрунтів України / М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.А. Величко. — К.: Аграрна наука, 2005. — 300 с.
12. Малишева Л.Л. Геохімія ландшафтів / Л.Л. Малишева. — К.: Либідь, 2000. — 472 с.
13. Паращенко І.В. Екотоксикологічна оцінка небезпечності свинцю в компонентах агроекосистеми: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.16 «екологія» / І.В. Паращенко. — К., 2009. — 21 с.
14. Єгорова Т.М. Еколого-геохімічні процеси міграції цинку в агроландшафтах України / Т.М. Єгорова // Агроекологічний журнал. — 2014. — № 3. — С. 14–22.
15. Єгорова Т.М. Наукові основи еколого-геохімічних процесів в агроландшафтах України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 03.00.16 «екологія» / Т.М. Єгорова. — К., 2015. — 47 с.

### REFERENCES

1. Okhrana prirody (SSOP). Pochvy. Klassifikatsiya khimicheskikh veshchestv dlya kontrolya zagryazneniya [Conservation of nature (MTSOP). Soil. Classification of chemicals for pollution control]. (1985). *HOST-1985 1st of January 1985*. Moskva: Standartinform [in Russian].
2. Zhovinskii, E.Ia. & Kuraeva, I.V. (2002). *Geokhimiya tiazhelykh metallov v pochvakh Ukrainy [Geochemistry of heavy metals in soils of Ukraine]*. Kiev: Naukova dumka [in Russian].
3. Fatjejev, A.I. & Pashhenko, Ja.V. (2003). *Fonovyj umist mikroelementiv u hruntakh Ukrainy [Base-*

- line content of microelements is in soils of Ukraine].* Kharkiv [in Ukrainian].
4. Kurayeva, I.V., Voytyuk, YU.YU., Matviyenko, O.V., Musich, O.V. Bioheokhimichni kryteriyi otsinky ekolohichnoho stanu gruntovoho pokryvu mis'kykh ahlomeratsiy [Biogeochemical criteria for assessing the ecological status of the soil cover of urban agglomerations]. *Poshukova ta ekolohichna heokhimiya — Search and ecological geochemistry*, 1, 16, 3–8 [in Ukrainian].
  5. Yehorova, T.M. (2009). *Landshaftna ekolohiia Ukrainy [Landscape ecology of Ukraine]*. Kamianets-Podilskyi: Vydavets Zvoleiko D.H. [in Ukrainian].
  6. Matviyenko, O.V. Kurayeva, I.V., Samchuk, A.I., Voytyuk, Yu.Yu. (2016). Ekoloho-heokhimichni doslidzhennya terytoriyi m. Shostka (Sumska oblast) [Ecological-geochemical studies of the territory of Shostka (Sumy region)]. *Poshukova ta ekolohichna heokhimiya — Search and ecological geochemistry*, 1, 17, 20–25 [in Ukrainian].
  7. Makarenko, N.A. (2002). Ahroekolohichna otsinka mineralnykh dobyv za vplyvom na gruntovu systemu [Agroecological estimation of mineral fertilizers after influence on the ground system otsinka mineral'nykh dobyv za vplyvom na gruntovu systemu]. *Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
  8. Dobrovolskyi, V.V. (1987). *Scynets v okruzhaiushchei srede [Lead is in an environment]*. Moskva: Nauka [in Russian].
  9. *Metodicheskiye ukazaniya po opredeleniyu tyazhelykh metallov v pochvakh sel'khozogodiy i produktsii ras-teniyevodstva [Methodical pointing on determination of heavy metals in soils of farmlands and products of plant-grower is]*. (1992). Moskva: CYNAO [in Russian].
  10. Ghnatenko, O.F., Kapshtyk, M.V., & Petrenko, L.R. (2005). *Ghruntoznvstvo z osnovamy gheologhiji [Ghruntoznvstvo with bases of geology]*. Kyiv: Oranta [in Ukrainian].
  11. Polupan, M.I., Solovej, V.B. & Velychko, V.A. (2005). *Klasyfikacija ghruntiv Ukrainy [Classification of soils of Ukraine]*. Kyiv: Aghrarna nauka [in Ukrainian].
  12. Malysheva, L.L. (2000). *Heokhimiya landshaftiv [Geochemistry of landscapes]*. Kyiv: Lybid [in Ukrainian].
  13. Parashchenko, I.V. (2009). Ekotoksykologichna otsinka nebezpechnosti svyntsiu v komponentakh ahroekosystemy [Ekotoksykologichna estimation of ununconcern of lead is in the components of agroecosystem]. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
  14. Yehorova, T.M. (2014). Ekoloho-heokhimichni protsesy mihratsii tsynku v ahrolandshaftakh Ukrainy [Ecological-geochemical processes of zinc migration in agrolandscapes of Ukraine]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Ahroekological journal*, 3, 14–22 [in Ukrainian].
  15. Yehorova, T.M. (2015). Naukovi osnovy ekoloho-heokhimichnykh protsesiv v ahrolandshaftakh Ukrainy [Scientific bases of ecological-geochemical processes in agrolandscapes of Ukraine]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].

---

---

# РОДЮЧІСТЬ І ОХОРОНА ҐРУНТІВ

---

---

УДК 631.416.318 (292.485:477)

## ВМІСТ ТА ПЕРЕРОЗПОДІЛ ФОСФОРУ В ҐРУНТАХ АГРОЕКОСИСТЕМИ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

Ю.М. Дмитрук<sup>1</sup>, В.І. Собко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича

<sup>2</sup> Чернівецька філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»

*Досліджено вміст та перерозподіл рухомих форм фосфору. Встановлено, що їх кількість мультиколінеарно залежить від показників ґрунтів. Доведено вмотивованість застосування не тільки кореляційного аналізу, але й непараметричних методів оцінювання, зокрема кластерного аналізу. Обґрунтовано, що фосфатний стан ґрунтів залежить від складу материнської породи та процесів ґрунтогенезу. Висвітлено, що удобрення може істотно змінювати як уміст, так і просторовий розподіл рухомих форм фосфору.*

**Ключові слова:** рухомі форми фосфору, ґрунт, агроecosистема, ґрунтогенез, профільний розподіл, методика.

---

Порушення циклу фосфору внаслідок антропогенної діяльності потребують нагальних досліджень його стану в усіх компонентах агроecosистем, насамперед — у ґрунтах. Як відомо, більшість орних земель у світі деградують, втрачаючи запаси фосфору. Внаслідок цього виникають не тільки агровиробничі, але й екологічні проблеми. Зокрема, відбуваються як латеральні, так і радіальні процеси міграції-акумуляції хімічних елементів. За останніми ми оцінюємо наслідки, характеризуючи вміст елемента за різними генетичними горизонтами. За латеральної міграції насамперед існує небезпека потрапляння фосфору в екосистеми, наприклад водні, які межують з агроландшафтами, що спричиняє їх евтрофікацію.

Традиційні методи визначення фосфору (згідно з Кірсановим, Чиріковим, Мачигіним) мають певні обмеження і відповідні похибки [1, 2]. Зважаючи на динамічність певних показників ґрунтів (деякі з них залежать від кліматичних або від топографічних чинників), кінцеві результати вмісту

рухомих форм фосфору відрізняються, іноді істотно (табл. 1). Це може призводити до помилкових рішень в організації агровиробничих процесів [3]. Наприклад, отримавши понижені порівняно з реальним умістом фосфору дані, вносять більше фосфорних добрив, ніж цього потребує реальна ситуація, що зрештою має не тільки економічні, але й екологічні наслідки. Розв'язати цю проблему можливо за належного визначення і використання багаторічних, а не однорічних результатів про вміст рухомих форм фосфору в ґрунтах.

Уміст фосфору у ґрунтах залежить від різних чинників (ґрунтоутворювальна порода, клімат, рослинність) та особливостей ґрунтів щодо їх генезису і використання [3–5]. Так наприклад, для лісових ґрунтів Італії виявлено вплив підвищеного вмісту фосфору в материнських породах на генезис певних форм гумусу, зокрема його амфіформи (*Amphihumus*). Вчені [6] пояснюють цей факт позитивним впливом фосфору на діяльність ґрунтової біоти (насамперед фауни), а також тим, що підкислення середовища з одночасним зменшенням умісту кальцію сприяє збільшенню кількості фосфору в системі біогеохімічних



потоків «ґрунт — рослина — підстилка». Для підзолистих ґрунтів лісових екосистем Канади виявлено істотне зменшення вмісту рухомих форм фосфору у В-горизонті порівняно з верхнім гумусовим органоменим горизонтом та материнською породою, що зумовлено зв'язуванням рухомих форм фосфору з утворенням залізо- і алюміній-фосфатів [7]. Вище та нижче горизонту В досліджуваних ґрунтів уміст окислів заліза та алюмінію є значно меншим, а органічного вуглецю — більшим, що вплинуло на сорбцію фосфору і його доступність. Також для цих ґрунтів встановлено істотніший вплив реактивних форм заліза та алюмінію на вміст фосфору, ніж на вміст мулу чи фізичної глини. Крім того, кількість рухомого фосфору обернено пропорційно корелювала з рН. Зростання вмісту рухомих форм фосфору в оглеєних горизонтах ґрунтів унаслідок мобілізації фосфору шляхом відновлення заліза було встановлено вітчизняними науковцями [4].

Відомо, що і різні види рослин можуть вплинути на вміст і форму фосфору в ґрунтах. Так, регулярне внесення фосфору з добривами одночасно впливає на його форму у ґрунтах, змінюючи її в процесі агровикористання. Найбільших змін, зазвичай, зазнають верхні гумусові горизонти, які є орними (загалом або їх частина) та/або підорні. Процеси розчинення-осадження, сорбції-десорбції, дифузного переносу і мінералізації перерозподіляють фосфор між різними його формами, сприяють змінам рухомості елемента в ризосфері виділення кореневими системами та мікроорганізмами ферментів, що посилюють процеси гідролізу його органічних форм [8]. Різне поєднання вказаних процесів може як збільшувати, так і зменшувати вміст елементів живлення у ризосфері, насамперед — фосфору. До того ж частина його може зменшуватися безпосередньо в ризосфері та накопичуватися на більшій відстані від кореневих систем також залежно від видів рослин. Важливими, особливо для збіднених рухомими формами фосфору ґрунтів, є архітектура кореневих систем. Було проаналізовано ґрунти букових лісів

Європи для виявлення шляхів забезпечення фосфором рослинних угруповань. Виявлено, що для верхніх гумусових горизонтів лісових ґрунтів уміст рухомих форм фосфору змінювався більш ніж у 5 разів залежно від типу материнської породи. Пропорції між умістом органічного вуглецю та органічного фосфору змінювались від 110 до 984; а вміст фосфору зростав також і за збільшення кореневої біомаси та посилення мікробіологічної активності.

Генезис органічної речовини ґрунтів включає біогеохімічний процес формування співвідношень як між самими макроелементами (N, P, S), так і вуглецем. Між відношенням C:P і вмістом (у %) органічного вуглецю спостерігається обернено пропорційний зв'язок. Це свідчить про збагачення органічної речовини ґрунтів мікроелементами (N, P та S) із одночасним зменшенням умісту органічного вуглецю. Середні значення (для близько 2000 зразків з різних генетичних горизонтів) відношення C:P становить 0,0011 (для збідненої елементами живлення органічної речовини) та 0,016 (для збагаченої відповідно). Відношення N:P з глибиною профілю звужуються, що підтверджує визначальну роль фосфору в екосистемах та для розвитку і функціонування ґрунтів. Співвідношення C:N:P:S становить у середньому 108:8:1:1. Також науковцями [9] було визначено й іншу пропорцію для C:N:P — 72:6:1, але тільки стосовно верхніх горизонтів ґрунтів та мікробної біомаси. Більшість дослідників погоджуються з твердженням щодо вищої кореляції між умістом C:N, ніж C:P [10]. Для органічної речовини ґрунтів 22 країн [10] відношення між C:N:P:S було встановлено як 52:5:1:1. Слід зауважити, що більшість ґрунтів із вказаної вибірки є мінеральними. Зважаючи на різноманіття природних чинників та сучасних агротехнологій, необхідність оцінки просторового (латерального і радіального) розподілу фосфору, насамперед для ґрунтів агроекосистем, залишається актуальною, що і стало основною метою досліджень.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили в межах елементарних агроєкосистем Прут-Дністровського межиріччя, де переважають ґрунти опідзоленого ряду (сірі та темно-сірі лісові, чорноземи опідзолені), що розміщені на різних елементах рельєфу. Розрізи ґрунтів досліджували на схилі південно-західної експозиції, загальною довжиною близько 600 м та шириною близько 300 м. У катені поєднано такі розрізи: № 1 – сірий лісовий слабозмийтий ґрунт (середня частина схилу) під багаторічними травами, у профілі якого виділено генетичні горизонти – NE(орн.) + NE + I<sub>h</sub> + I(h)(gl) + Ip(gl) + Pi(gl); № 5 – чорнозем опідзолений намитий (підніжжя схилу), приурочений до розпайованої частини земель дослідної станції, яку використовують як городи, але місце розрізу обрано за межами орних земель, а в його профілі виділено генетичні горизонти – Ne(орн.) + N + Ne + Ni + Phi + Pi + Pk та № 6 – лучно-чорноземний ґрунт орних земель з інтенсивним використанням, у профілі якого виділено горизонти – Норн. + N + Нp(к)(gl) + Нрк(gl) + Phkgl + PkGl. Зауважимо, що на луках з багаторічними травами застосування добрив не проводилось близько 10 років. Ґрунти орних земель інтенсивного використання збагачуються фосфорними добривами згідно з типовою для Лісостепу системою удобрення (зокрема в сівозміні «пшениця озима – кукурудза – соя»). Уникнути стохастичного потрапляння фосфору у ґрунти території городів проблемно. На ділянці (площа близько 1 га) ґрунтозахисної сівозміни (сірий лісовий слабозмийтий ґрунт – розріз 1) відібрано також сім середньозмішаних зразків (методом конверта за кількістю полів) з верхнього (0–20 см) шару, кожен з яких складається з 20 індивідуальних зразків ґрунтів.

Зразки ґрунтів відбирали за генетичними горизонтами відповідно до стандартних процедур (ДСТУ 4287:2004) у третій декаді вересня 2016 р. У відібраних зразках визначали вміст рухомих форм фосфору за методиками Чирікова (ДСТУ 4115:2002), Кірсанова (ДСТУ 4405:2005), Мачигіна

(ДСТУ 4114:2002), Карпінського – Зам'ятіної (ДСТУ 4727:2007) та рухомість фосфатів за Скофільдом. Також були визначені деякі показники, які характеризують якісний стан ґрунтів: вміст гумусу (ДСТУ 4289:2004); лабільної (ДСТУ 4732:2007) та водорозчинної (ДСТУ 4731:2007) органічної речовини; кислотність (сольову, гідролітичну, обмінну – ДСТУ ISO 10390:2007 та ДСТУ ISO 14254:2005); суму ввібраних основ, вміст обмінних катіонів (ДСТУ ISO 13536:2001); ємність поглинання (ДСТУ ISO 11260:2001); гранулометричний склад (за Качинським). Оцінювання геохімічного перерозподілу фосфору здійснювали на основі вмісту його кислоторозчинної форми за Чиріковим [5]. Статистичну обробку результатів, кореляційний та кластерний аналізи проводили з використанням програм Statistica та Excel.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для профільного розподілу рухомих форм фосфору є характерним його максимум у ґрунтоутворювальній породі, крім лучно-чорноземного ґрунту, де використовуються добрива. Максимум спостерігається в різних частинах профілю, що є результатом поєднаної дії процесів ґрунтогенезу, зокрема ілюювання, оглеєння та біогенної акумуляції (табл. 1). Зважаючи на однотишну ґрунтоутворювальну породу всіх досліджуваних ґрунтів (лесоподібний важкий суглинок), забезпечення фосфором на «нуль-момент» має бути близьким за значенням. Проте власне материнська порода характеризується іманентними особливостями в кожному типі ґрунту (оглеєння в розрізі 1 та інтенсивне оглеєння з карбонатами у розрізі 6 або наявність карбонатів у розрізі 5), які з'явилися в процесі його функціонування.

Гумусовий горизонт відрізняється збагаченим вмістом фосфору порівняно з іншими генетичними горизонтами та материнською породою. Ці коефіцієнти засвідчують (за відсутності удобрення) вплив біоти на перерозподіл фосфору та, загалом, частку органічних форм фосфатів. Незважаючи на удобрення лучно-чорноземного ґрунту, найвищий коефіцієнт

Таблиця 1

## Середні арифметичні величини досліджуваних показників

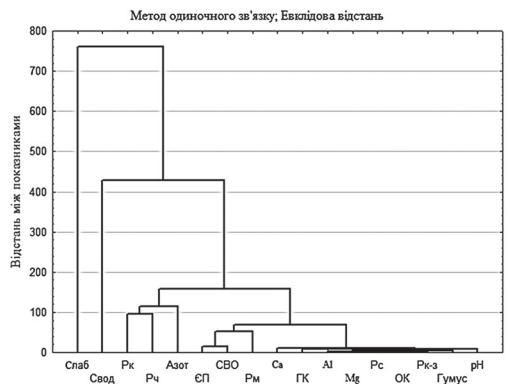
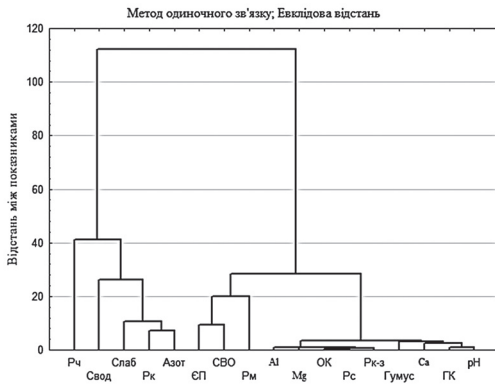
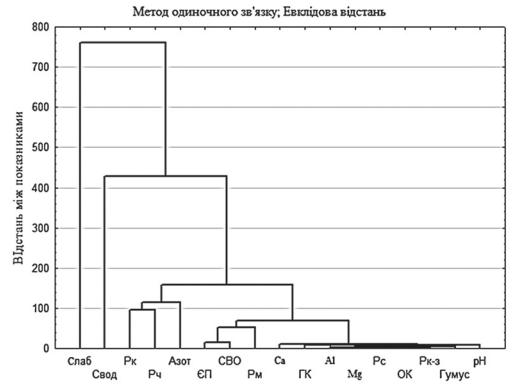
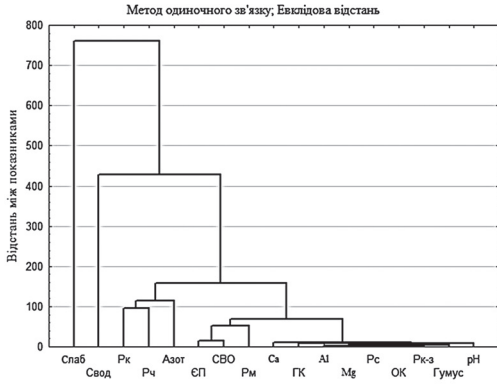
Параметри	Розріз 1 (n = 6)	Розріз 5 (n = 7)	Розріз 6 (n = 7)	Орний шар (n = 7)
1*. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	30,5±10,3 (32,9) **	76,0±23,5 (89,8)	17,5±11,1 (35,2)	54,5±17,2
2. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	0,39±0,14	1,01±0,48	0,77±0,52	1,06±0,39
3. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	1,40±0,29	1,45±0,54	1,64±0,58	1,53±0,33
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> гумусовий/ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> породи	0,78	2,70	1,72	–
<i>Профільний розподіл</i>				
максимум P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Pi(gl)	Pi	Норн.	–
мінімум P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ip(gl)	Pk	Нр(к)(gl)	–
2-й максимум P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ih	He(орн.)	PkGl	–

*Примітка:* \* перший рядок – уміст рухомих форм фосфору за Чиріковим (розріз 6 – за Мачигінієм); другий рядок – рухомість фосфору за Карпінським – Зам'ятіною; третій рядок – рухомість фосфору за Скофільдом; \*\* середнє арифметичне ± стандартне відхилення, у дужках – уміст у верхньому гумусовому горизонті.

умісту гумусу виявився в чорноземі опідзоленому, тоді як у сірому лісовому ґрунті переважають мінеральні форми фосфатів, а в чорноземах – органічні форми фосфору. Багатофакторність впливу на вміст фосфору підтверджується складністю рівнянь регресії (поліноми 2–4 ступеня), які описують радіальний перерозподіл цього елемента. Вміст рухомих форм фосфору в орному шарі сірих лісових ґрунтів ґрунтозахисної сівозміни є більшим, ніж у гумусовому горизонті цього самого ґрунту, що свідчить про його диференційований хорологічний розподіл. Очевидно, що для точнішої характеристики фосфорного стану доцільно послуговуватись середньозмішаними, а не точковими зразками ґрунтів.

Кластерний аналіз (метод одиничного зв'язку на основі евклідової відстані) виявляє з достовірним рівнем значущості зв'язки між аналізованими показниками (рис.), а саме: незалежно від типу ґрунту вміст фосфору, визначений методом Карпінського – Зам'ятіної, та ступінь рухомості фосфору (за Скофільдом) утворюють кластери з кислотністю ґрунту (сольовою, гідролітичною, обмінною), вмістом обмінних катіонів (кальцію, магнію, алюмінію) та вмістом гумусу. Це свідчить про стабіль-

ну залежність цих форм фосфору від складу ґрунтового вбирного комплексу, вмісту органічної речовини та кислотності, яка регулює перехід між окремими формами фосфору та самі процеси (сорбції-десорбції, комплексоутворення, вивільнення в розчин тощо). По-друге, зв'язки з показниками ґрунтів та вмістом рухомих форм фосфору, визначених методами Кірсанова, Мачигіна і Чирікова, є різними для різних типів ґрунтів. Зокрема, для сірого лісового ґрунту та чорнозему опідзоленого рухомі форми фосфору, визначені методами Кірсанова та Чирікова, добре корелюють між собою та утворюють спільні гілки з умістом гідролізованого азоту, тоді як кількість водорозчинної та лабільної форм вуглецю мають менший вплив. Уміст рухомих форм фосфору, визначений методом Мачигіна, незалежно від типу ґрунту утворює спільний кластер з сумою ввібраних основ та ємністю поглинання. Для лучно-чорноземного ґрунту характерними є деякі особливості порівняно з іншими ґрунтами, зокрема: вміст рухомих форм, визначений методом Кірсанова, формує спільну гілку з умістом азоту, а визначений методом Чирікова – з лабільною і, особливо, водорозчинною формами вуглецю.



Дерево зв'язків між рухомими формами фосфору та деякими показниками ґрунтів: зверху зліва — сірий лісовий ґрунт; справа — чорнозем опідзолений; внизу зліва — лучно-чорноземний ґрунт; справа — для всіх досліджуваних ґрунтів

Таблиця 2

**Статистичні показники вмісту (мг/кг) рухомих форм фосфору (n = 20)**

Показники	Методи визначення				
	Кірсанова	Чирікова	Мачигіна	Карпінського — Зам'ятіної	Скофільда
M±m	64,6±32,2	75,5±47,6	20,8±10,6	0,74±0,47	1,50±0,47
Розмах	21,5–149	15,9–212	6,34–53,0	0,24–1,53	0,80–2,64
V, %	49,8	63,1	50,7	63,2	31,1
Дисперсія	1038	2270	112	0,22	0,22

Достовірні кореляційні зв'язки спостерігаються між рухомими формами фосфору, що визначено за методиками Кірсанова та Чирікова, а також між ними й деякими показниками ґрунтів. Поряд із тим істотно значущих коефіцієнтів кореляції для

фосфору, визначеного методами Мачигіна, Карпінського — Зам'ятіної та Скофільда, і щодо властивостей ґрунтів, як і власне між ними, — не встановлено.

Чи є це підставою для рекомендації щодо надання переваги якомусь з мето-

дів? Розглянемо абсолютні значення вмісту рухомих форм фосфору. Очевидно, що використання методу Мачигіна є окремим способом оцінки фосфатного стану ґрунтів, і його використання обмежується власне авторськими рекомендаціями для карбонатних горизонтів. Більше переваг мають, на нашу думку, методики Чирікова або Кірсанова. На користь останньої свідчить менша амплітуда одержаних значень, тобто менша їх варіабельність. Це стосується і методики Скофільда, коефіцієнт варіабельності за результатами якої є вдвічі меншим, ніж для методу Карпінського – Зам'ятіної.

## ВИСНОВКИ

Уміст різних форм фосфору має множинну і, очевидно, мультиколінеарну залежність від показників ґрунтів, а тому тільки кореляційним аналізом не можливо оцінити вплив ґрунтових параметрів на кількість рухомих форм фосфору. Для цього слід застосовувати і непараметричні методи, зокрема кластерний аналіз.

Проблема вибору методики однозначно залишатиметься за дослідником та залежатиме від конкретної мети, оскільки, як свідчать одержані результати, чітке дотримання вказівок розробників методик не завжди сприяє отриманню коректних результатів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Христенко А.О. Оцінка фосфатного стану ґрунтів на основі міжнародного стандарту / А.О. Христенко, М.Є. Лазебна // Вісник аграрної науки. – 2008. – № 10. – С. 16–19.
2. Христенко А.А. Проблема підвищення точності діагностики фосфатного состояния почв України / А.А. Христенко, С.Е. Иванова // Питання растений. – 2011. – № 2. – С. 6–9.
3. Вплив різних факторів і типів ґрунтових процесів на формування фосфатного фонду ґрунтів / Б.С. Носко, В.І. Бабинін, Є.Ю. Гладкіх, Л.М. Буракова // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 7. – С. 17–22.
4. Канівець С.В. Мобілізація фосфатів в оглеєних горизонтах чорноземних ґрунтів Опілля / С.В. Канівець // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 1. – С. 20–23.
5. Гамкало З.Г. Екологічна якість ґрунту: Навчальний посібник / З.Г. Гамкало. – Львів: Видавничий центр Львівського національного університету ім. І. Франка, 2009. – 412 с.
6. Andreetta A. Forest humus forms in Italy: a research

- approach [Електронний ресурс] / A. Andreetta, G. Cecchini, S. Carnicelli // Applied Soil Ecology. – Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.09.029>
7. Boreal coniferous forest density leads to significant variations in soil physical and geochemical properties [Електронний ресурс] / Carole Bastianelli, Adam A. Ali, Julien Beguin [et al.] // Biogeosciences. – 2017. – Vol. 14, No. 14. – P. 3445–3459. – Режим доступу: <https://doi.org/10.5194/bg-14-3445-2017>
8. Cleveland C.C. C:N:P stoichiometry in soil: is there a «Redfield ratio» for the microbial biomass? / C.C. Cleveland, D. Liptzin // Biogeochemistry. – 2007. – Vol. 85. – P. 235–252.
9. Rhizosphere: biophysics, biogeochemistry and ecological relevance / P. Hinsinger et al. // Plant Soil. – 2009. – Vol. 321. – P. 117–152.
10. Stable soil organic matter: a comparison of C:N:P:S ratios in Australian and other world soils / C.A. Kirkby et al. // Geoderma. – 2011. – Vol. 163. – P. 197–208.

## REFERENCES

1. Hristenko, A.O., Lazebna, M.E. (2008). Otsinka fosfatnogo stanu gruntiv na osnovi mizhnarodnogo standartu [Estimation of soil phosphorus condition by international standard]. *Visnyk agrarnoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*, 10, 16–19 [in Ukrainian].
2. Hristenko, A.A., Ivanova, S.E. (2011). Problema povysheniya tochnosti diagnostiki fosfatnogo sostoyaniya pochv Ukrainyi [The problem of increasing the accuracy of diagnostics of phosphate state of soils in Ukraine]. *Pitanie rasteniy – Plants nutrition*, 2, 6–9 [in Russian].
3. Nosko, B.S., Babynin, V.I., Hladkikh, Ye.Yu. & Burakova, L. M. (2010). Vplyv riznykh faktoriv i typiv gruntovykh protsesiv na formuvannia fosfatnogo fondu gruntiv [The influence of various factors and

- types of soil processes on the formation of a phosphate soil fund]. *Visnyk aharnoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*, 7, 17–22 [in Ukrainian].
4. Kanivets, S.V. (2011). Mobilizatsiia fosfativ v ohleienykh horyzontakh chornozemnykh gruntiv Opillia [The mobilization of phosphates in the gley horizons of the Chernozem soils of Opillia]. *Visnyk aharnoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*, 1, 20–23 [in Ukrainian].
5. Hamkalo, Z.H. (2009). *Ekolohichna yakist gruntu [Ecological quality of soil. Textbook]*. Lviv: Vydavnychy tsestr Lvivskoho natsionalnoho universytetu im. I. Franka [in Ukrainian].
6. Andreetta, A., Cecchini, G., Carnicelli, S. (2017). Forest humus forms in Italy: a research approach.

- Applied Soil Ecology*, 10, 1–7. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.09.029> [in English].
7. Bastianelli, C., Ali, A.A., Beguin J. et al. (2017). Boreal coniferous forest density leads to significant variations in soil physical and geochemical properties. *Biogeosciences*, Vol. 14, 14, 3445–3459. Retrieved from <https://doi.org/10.5194/bg-14-3445-2017> [in English].
8. Hinsinger, A., Bengough, G., Vetterlein, D. & Young, I.M. (2009). Rhizosphere: biophysics, biogeochemistry and ecological relevance. *Plant and soil*, Vol. 321, 1–2, 117–152. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9885-9> [in English].
9. Cleveland, C., Liptzin, D. (2007). C: N: P stoichiometry in soil: is there a «Redfield ratio» for the microbial biomass?. *Biogeochemistry*, Vol. 85, 3, 235–252. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10533-007-9132-0> [in English].
10. Kirkby, C.A., Kirkegaard, J.A., Richardson, A.E. et al. (2011). Stable soil organic matter: a comparison of C: N: P: S ratios in Australian and other world soils *Geoderma*, Vol. 163, 3–4, 197–208. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2011.04.010> [in English].

УДК 631.417.(477.42)

## ДИНАМІКА ВМІСТУ ГУМУСУ В ҐРУНТОВОМУ ПОКРИВІ ОРНИХ ЗЕМЕЛЬ АНДРУШІВСЬКОГО РАЙОНУ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Ф.О. Вишневський<sup>1</sup>, Р.П. Паламарчук<sup>1</sup>, Л.Л. Довбиш<sup>2</sup>, Р.А. Залевський<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Житомирська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»

<sup>2</sup> Житомирський національний агрокологічний університет

<sup>3</sup> Житомирський агротехнічний коледж

*Встановлено, що в 2011–2015 рр. уміст гумусу в ґрунтовому покриві орних земель Андрушівського р-ну Житомирської обл., незалежно від їх типу та гранулометричного складу, знизився порівняно з 1971–1975 рр. Величина цього показника в розрізі типів ґрунтів варіювала у межах 4,3–22,0%, а в розрізі гранулометричного складу — у межах 6,2–24,6% у відносному значенні до початкового його вмісту. Загальні запаси гумусу зменшились на 7,3 т/га.*

**Ключові слова:** родючість, ґрунт, орні землі, гумус, вміст, середньозважені показники, площа, тури обстежень.

Стійкий якісний стан агроценозів в умовах екологічного оптимуму є основою стабільності і розвитку суспільства. Ґрунтовий покрив, що є елементом усіх ландшафтів і природних зон, є об'єктом особливої уваги не тільки як основний засіб сільськогосподарського виробництва, а й як екологічна основа всього життя на нашій планеті [1]. Одним із найважливіших завдань в сільськогосподарському виробництві є забезпечення охорони ґрунтів та утримання їх родючості в належному стані [2–4].

Родючість ґрунту є інтегрованим показником взаємодії основних чинників ґрунтоутворення та комплексним оціночним критерієм його стану. Із показників родючості ґрунтів найважливішим є вміст у них органічних речовин, і насамперед основного компоненту — гумусу. Саме від вмісту органічної речовини, від її кількості і якості залежать фізичні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні властивості ґрунту, рівень вологозабезпеченості та мінеральне живлення рослин. Вступаючи у взаємодію із мінеральними колоїдами, гумус утворює ґрунтово-вбирний комплекс, який містить значну частину поживних речовин і визначає основні властивості ґрунту — по-

глинальну здатність, буферність, структурність тощо [5].

На сьогодні для кожного типу ґрунту встановлено оптимальний уміст гумусу, зокрема: для дерново-підзолистих супіщаних — 1,8–2,0%, сірих лісових супіщаних і легкосуглинкових — 2,0–2,5, темно-сірих лісових і чорноземів опідзолених легкосуглинкових — 2,8–3,3, чорноземів типових легкосуглинкових — 3,7–4,2% [6], що забезпечує властивий певному тишу ґрунту рівень родючості. Для досягнення оптимального вмісту гумусу слід щорічно поповнювати ґрунти необхідною кількістю органічної речовини, а за його вмісту, що є близьким до оптимального, забезпечувати бездефіцитний баланс поживних речовин [7].

Центральною ланкою в дослідженні динаміки зміни родючості ґрунтів у агроекосистемах є їх гумусний стан. Для забезпечення екологічної рівноваги агроценозів необхідно мати вичерпну інформацію про основні показники родючості ґрунтів для невідкладної, за потреби, реалізації заходів з її стабілізації та якісного поліпшення. Ці питання можна вирішити на основі оцінки і прогнозу можливих змін гумусного стану ґрунтів.

Актуальність питання відтворення гумусу зростає внаслідок негативної динаміки його вмісту в усіх землеробських районах України та через недостатню компенсацію мінералізованих втрат органічної речовини і необхідність відтворення родючості ґрунту — найважливішої умови інтенсифікації сільськогосподарського виробництва [8, 9].

Мета роботи — встановити динаміку змін вмісту гумусу в ґрунтовому покриві орних земель Андрушівського р-ну Житомирської обл.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктами досліджень були закономірності змін вмісту гумусу основних типів ґрунтів орних земель Андрушівського р-ну Житомирської обл. та його динаміка.

Дослідження проводили польовими, порівняльно-екологічними та лабораторними методами.

У зразках ґрунту визначали вміст органічної речовини за ДСТУ 4289:2004 [10] в акредитованій лабораторії Житомирської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України». Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методом дисперсійного аналізу за Б.О. Доспеховим з використанням пакета програм Excel.

Дослідження проводили на ґрунтовому покриві орних земель Андрушівського р-ну Житомирської обл. упродовж 1971–2015 рр. за турами обстежень: II тур — 1971–1975 рр., IV тур — 1981–1985 рр., VI тур — 1991–1995 рр., VIII тур — 2001–2005 рр., X тур — 2011–2015 рр.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Характер господарської діяльності людини проявляється у зміні властивостей ґрунтів і структури ґрунтового покриву, в динаміці їх родючості та екологічному стані. З'ясування цих змін, встановлення критеріїв екологічної оцінки, що відображають динаміку змін у структурі ґрунтового покриву внаслідок його деградації або покращення, є вкрай необхідними для вибору ефективних шляхів раціонального використання ґрунту.

За агроґрунтовим районуванням України територія Андрушівського р-ну відноситься до лісостепової, забезпеченої необхідним рівнем зволоження зони [11].

У ґрунтовому покриві орних земель району найбільші площі займають чорноземи типові та лучно-чорноземні ґрунти, їх площа становить 19,54 та 13,18 тис. га відповідно; площа дерново-підзолистих ґрунтів — 0,94 тис. га, або 1,63% (табл. 1).

Відомо, що ґрунт як самостійне природне тіло і компонент екосистеми є складною системою, де постійно відбуваються процеси обміну речовин та енергії з навколишнім природним середовищем, а вміст гумусу визначається інтенсивністю надходження органічної речовини та величиною її біологічних втрат унаслідок процесів мінералізації, ерозії тощо [3, 4].

Як свідчать дані агрохімічних досліджень (табл. 2), за період II туру обстежень вміст гумусу в 0–25 см шарі різних типів

Таблиця 1

## Структура ґрунтів орних земель Андрушівського р-ну Житомирської обл.

№ пор.	Тип ґрунту	Площа	
		тис. га	%
1	Дерново-підзолисті	0,94	1,63
2	Ясно-сірі і сірі опідзолені	9,2	15,98
3	Темно-сірі і чорноземи опідзолені	8,9	15,46
4	Чорноземи типові	13,54	23,52
5	Лучно-чорноземні	13,18	22,89
6	Лучні	8,66	15,04
7	Дернові	3,16	5,49
Загалом обстежено		57,58	100

Таблиця 2

## Вміст гумусу в основних типах ґрунтів орних земель Андрушівського р-ну Житомирської обл.

Тип ґрунту	За турами обстеження, %					Коефіцієнт варіації показника, %
	II	IV	VI	VIII	X	
Дерново-підзолисті	1,27	1,14	1,05	0,99	0,99	8,5
Ясно-сірі і сірі опідзолені	1,67	1,53	1,42	1,36	1,36	5,7
Темно-сірі і чорноземи опідзолені	2,65	2,53	2,45	2,37	2,40	6,7
Чорноземи типові	2,78	2,71	2,60	2,52	2,57	1,4
Лучно-чорноземні	3,22	3,15	3,11	3,04	3,08	1,2
Лучні	3,52	3,47	3,41	3,30	3,32	7,2
Дернові	4,13	4,08	3,94	3,84	3,85	15,3
Середньозважений показник	2,86	2,78	2,66	2,58	2,62	–

ґрунтів орних земель Андрушівського р-ну Житомирської обл. варіював у межах 1,27–4,13%, а його середньозважений показник становив 2,86%. Найнижчий вміст гумусу зафіксовано в дерново-підзолистих (1,27%), найвищий – у дернових (4,13%) ґрунтах.

Упродовж 40 років вміст гумусу в землях Андрушівського р-ну знизився: у дерново-підзолистих ґрунтах на 22%, у дернових – на 6,8%. У X турі обстеження середньозважений показник гумусу також зменшився на 8,4% порівняно з II туром і становив 2,62%.

За кількісною величиною показника вмісту гумусу типи ґрунтів можна розмістити у такому зростаючому порядку: дерново-підзолисті < ясно-сірі і сірі опідзолені < темно-сірі і чорноземи опідзолені < чорноземи типові < лучно-чорноземні < лучні < дернові.

Унаслідок сільськогосподарського обробітку орних земель спостерігається тенденція до збільшення у їх структурі площ ґрунтів з дуже низьким і середнім та зменшення – з низьким та підвищеним вмістом гумусу (табл. 3).



Таблиця 3

## Динаміка зміни гумусу в агроценозах орних земель Андрушівського р-ну Житомирської обл.

Межі величин умісту гумусу, %	Розподіл площ за вмістом гумусу за турами обстеження, тис. га					Зміни у X турі відносно II туру
	II	IV	VI	VIII	X	
Дуже низький (>1,0)	0,17	0,43	0,67	0,85	0,68	+0,51
Низький (1,01–2,0)	10,40	11,51	10,38	10,28	9,79	–0,61
Середній (2,01–3,0)	16,52	22,28	19,97	20,22	21,22	+4,70
Підвищений (3,01–4,0)	25,51	24,76	22,44	25,45	25,21	–0,30
Високий (4,01–5,0)	3,60	2,91	2,64	0	0	–3,60

Таблиця 4

## Запаси гумусу в основних типах ґрунтів орних земель Андрушівського р-ну Житомирської обл.

Тип ґрунту	Показники за турами обстеження, т/га					Зміни у X турі відносно II туру	
	II	IV	VI	VIII	X	т/га	%
Дерново-підзолисті	45,1	40,5	37,3	35,1	35,1	–10,0	22,18
Ясно-сірі і сірі опідзолені	57,6	52,8	49	46,9	46,9	–10,7	17,36
Темно-сірі і чорноземи опідзолені	87,5	83,5	80,9	78,2	79,2	–8,3	11,43
Чорноземи типові	86,9	84,7	81,3	78,8	80,3	–6,6	11,51
Лучно-чорноземні	98,2	96,1	94,9	92,7	93,9	–4,3	4,38
Лучні	106,5	105	103,2	99,8	100,4	–6,1	5,73
Дернові	128,0	126,5	122,1	119	119,4	–8,6	6,72

За даними II туру обстеження (1971–1975 рр.), площ сільськогосподарських угідь з дуже низьким умістом гумусу налічувалося 0,17 тис. га, з високим – 3,60 тис. га. У 2011–2015 рр. площі ґрунтів з дуже низьким та середнім умістом гумусу збільшились на 0,9 та 7,9%, а з низьким та підвищеним – зменшились на 1,3 та 1,1% відповідно. У структурі досліджених сільськогосподарських земель ґрунтів з високим умістом гумусу не виявлено.

Одночасно із зниженням середньозваженого показника вмісту гумусу в ґрунтах

орних земель відбулося і зменшення його запасів (табл. 4). За період з 1971–1975 до 2011–2015 рр. загальні запаси гумусу у досліджуваному районі зменшились на 7,3 т/га.

У відносному значенні найбільше зниження вмісту гумусу зафіксовано в глинисто-піщаних – на 28,4%, а найменше – в середньосуглинкових ґрунтах – на 7,2% до початкового вмісту (табл. 5).

За той самий період встановлено (табл. 5), що показник умісту гумусу в 0–25 см шарі (в розрізі ґрунтів за їх гра-

**Динаміка вмісту гумусу в ґрунтах орних земель Андрушівського р-ну Житомирської обл.  
за їх гранулометричним складом**

Тип ґрунту	Показники за турами обстеження, %					Коефіцієнт варіації показника, %
	II	IV	VI	VIII	X	
Глинисто-піщані	1,14	1,01	0,88	0,86	0,86	11,6
Супіщані	1,72	1,58	1,44	1,39	1,39	8,5
Легкосуглинкові	2,95	2,88	2,80	2,69	2,74	3,3
Середньосуглинкові	3,23	3,19	3,05	2,99	3,03	3,0

нулометричним складом) орних земель досліджуваного району варіював у межах 1,14–3,23%. Найнижче його значення виявлено в глинисто-піщаних — 1,14%, найвище — у середньосуглинкових ґрунтах — 3,23%.

За кількісною величиною індексу показника вмісту гумусу ґрунти за їх гранулометричним складом розташувались у такому зростаючому порядку: глинисто-піщані < супіщані < легкосуглинкові < середньосуглинкові.

Результати наступних турів дослідження агроecологічного стану орних земель району свідчать, що вміст гумусу в усіх типах ґрунтів до 2001–2005 рр. мав постійну тенденцію до зниження (табл. 2). У період 2011–2015 рр. уміст гумусу в дерново-підзолистих та ясно-сірих і сірих опідзолених ґрунтах залишився на рівні 2001–2005 рр., а в темно-сірих і чорноземах опідзолених, чорноземах типових, лучно-чорноземних, лучних та дернових збільшився у межах 0,01–0,05%. Середньозважений показник умісту гумусу в 2011–2015 рр. порівняно з 1971–1975 рр. зменшився на 0,24% від початкового його вмісту. Найбільше зниження вмісту гумусу в абсолютному значенні зафіксовано в ясно-сірих і сірих опідзолених — на 0,31%, а у відносному — в дерново-підзолистих ґрунтах — на 22,0% від початкового його вмісту. Найменше зниження вмісту гумусу як в абсолютному, так і у відносному значенні зафіксовано в лучно-чорноземних ґрунтах — на 0,14 та

4,3% від початкового його вмісту відповідно.

За цей самий період у вказаному районі в ґрунтовому покриві орних земель за їх гранулометричним складом спостерігалось також постійне зниження вмісту гумусу. Найбільше його зниження в абсолютному значенні відбулося у супіщаних ґрунтах — на 0,33%, найменше — у середньосуглинкових — на 0,20% від початкового вмісту.

### ВИСНОВКИ

Уміст гумусу в усіх типах ґрунтів орних земель, за винятком 2011–2015 рр., мав постійну тенденцію до зниження. Середньозважений показник вмісту гумусу в Андрушівському р-ні за досліджуваний період зменшився на 0,24% в абсолютному значенні від початкового його вмісту.

Прослідковується тенденція, що ґрунти орних земель з легшим гранулометричним складом втрачають більше гумусу порівняно з іншими в досліді.

Одночасно із зниженням середньозваженого показника вмісту гумусу в ґрунтах орних земель відбулося зменшення його середньозважених запасів — до 79,9 т/га.

Для покращення гумусного стану ґрунтів необхідно вносити більше органічних добрив завдяки нарощуванню виробництва гною та торфогнойових компостів; розширювати площі під сидеральними та багаторічними бобовими культурами; приорювати стебла кукурудзи та солом, з додатковим внесенням азотних добрив тощо.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Добровольский Г.В. Экология почв: учеб. для вузов / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. — М.: Наука, 2006. — 362 с.
2. Бенцаровський Д.М. Закон про охорону родючості ґрунтів / Д.М. Бенцаровський, О.Г. Дзюба, П.Ф. Кулич // Охорона родючості ґрунтів: Матер. Міжнародної науково-практичної конференції. — К.: Аграрна наука, 2004. — С. 10–17.
3. Бенцаровський Д.М. Зміна родючості ґрунтів України під впливом сільськогосподарського використання / Д.М. Бенцаровський, Л.В. Дацько // Там само. — С. 42–50.
4. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства / В.В. Медведєв, С.Ю. Булігін, С.А. Балок та ін.; за ред. В.В. Медведєва, М.С. Лісового. — Х.: ШТріх, 2001. — 98 с.
5. Канівець В.І. Життя ґрунту / В.І. Канівець. — К.: Аграрна наука, 2001. — 132 с.
6. Мельник А.І. Агрохімічний стан ґрунтів та застосування добрив у Чернігівській області / А.І. Мельник. — Чернігів, 2012. — 92 с.
7. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України / за ред. Б.С. Носка, Б.С. Прістера, М.В. Лободи. — К.: Урожай, 1994. — 333 с.
8. Дегтярьов В.В. Особливості нагромадження гумусу в чорноземах типових Лівобережного Лісостепу України в залежності від тривалості і характеру їх сільськогосподарського використання / В.В. Дегтярьов, В.Д. Синявін, Є.М. Колупаєва // Матер. наук. конференції. — Х., 1995. — С. 22–24.
9. Демиденко О.В. Гумусний стан чорнозему типового в умовах лівобережного Лісостепу / О.В. Демиденко, М.К. Шикун // Вісн. аграрної науки. — 2004. — № 2. — С. 5–11.
10. Якість ґрунту. ДСТУ 4289:2004. — К.: Держспоживстандарт України, 2005. — 9 с.
11. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунту України: Навчальний посібник / М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.І. Кисіль, В.А. Величко. — К.: Колобіг, 2005. — 304 с.

## REFERENCES

1. Dobrovolskii, G.V., Nikitin, E.D. (2006). *Ekologiya pochv: ucheb. dlia vuzov [Soil Ecology: Textbook for universities]*. Moskva: Nauka [in Russian].
2. Bentsarovskiy, D.M., Dziuba, O.H., Kulych, P.F. (2004). Zakon pro okhoronu rodiuchosti gruntiv [Law on the protection of soil fertility]. Okhorona rodiuchosti gruntiv [Protection of soil fertility]: Mater. Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii — Materials Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. (pp. 10–17). Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
3. Bentsarovskiy, D.M., Datsko, L.V. (2004). Zmina rodiuchosti gruntiv Ukrainy pid vplyvom silskohospodarskoho vykorystannia [Change in Ukraine's soil fertility under the influence of agricultural use]: Mater. Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii — Materials Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. (pp. 42–50). Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
4. Medvediev, V.V., Bulyhin, S.Yu., Baliuk, S.A. et al. (2001). Stan rodiuchosti gruntiv Ukrainy ta proghoz yoho zmin za umov suchasnoho zemlerobstva [The state of soil fertility in Ukraine and the forecast of its changes in modern agriculture]. V.V. Medvediev, M.S. Lisovyi (Eds.). Kharkiv: Shtrikh [in Ukrainian].
5. Kanivets, V.I. (2001). Zhyttia gruntu [Life of the soil]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
6. Melnyk, A.I. (2012). Ahrokhimichnyi stan gruntiv ta zastosuvannia dobyrv u Chernihivskii oblasti [Agrochemical state of soils and application of fertilizers in Chernihiv region]. Chernihiv [in Ukrainian].
7. Nosko, B.S., Prister, B.S., Loboda, M.V. (Eds.). (1994). *Dovidnyk z ahrokhimichnoho ta ahroekolohichnoho stanu gruntiv Ukrainy [Directory of agrochemical and agro-ecological state of soils of Ukraine]*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
8. Dehtiarov, V.V., Syniavin, V.D., Kolupaieva, Ye.M. (1995). Osoblyvosti nahromadzhennia humusu v chornozemakh typovykh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy v zalezhnosti vid tryvalosti i kharakteru yikh silskohospodarskoho vykorystannia [Peculiarities of humus accumulation in typical blackheads of the Left-Bank Forest-steppe of Ukraine depending on the duration and nature of their agricultural use]: Mater. nauk. konferentsii — Materials of sciences. conferences. (pp. 22–24). Kharkiv [in Ukrainian].
9. Demydenko, O.V., Shykula, M.K. (2004). Humusnyi stan chornozemu typovoho v umovakh livoberezhnoho Lisostepu [The humus state of the black earth is typical in the conditions of the left bank of the forest-steppe]. *Visn. ahrarnoi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 2, 5–11 [in Ukrainian].
10. Yakist gruntu. Metody vyznachennia orhanichnoi rechovyny [The quality of the soil. Methods of determination of organic matter]. (2005). *DSTU 4289:2004*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
11. Polupan, M.I., Solovei, V.B., Kysil, V.I., Velychko, V.A. (2005). *Vyznachnyk ekoloho-henetychnoho statusu ta rodiuchosti gruntiv Ukrainy: Navchalnyi posibnyk [Ecology-genetic status and soil fertility determiner of Ukraine: Textbook]*. Kyiv: Kolobih [in Ukrainian].

УДК 57.085.2:595.42

## ACARICIDAL PROPERTIES OF ESSENTIAL OILS ON THE POPULATION OF HAMAZOID MITES OF THE SPECIES *DERMANYSSUS GALLINAE* (DE GEER, 1778)

O. Tertychna, L. Svaliavchuk, O. Brygas, O. Mineralov, K. Kotsovska

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Висвітлено акарицидний вплив дев'яти досліджуваних ефірних олій на популяції паразитичних кліщів виду *Dermanyssus gallinae* in vitro методом прямого контакту за трьох різних концентрацій (0,2, 0,4 та 0,6 мг/мл). За результатами досліджень ефірні олії *Ocimum basilicum* та *Coriandrum sativum* були найефективнішими при мінімальній дозі та за короткий період дії. Встановлено, що ефірні олії є одним із екологічно безпечних методів боротьби з курячим кліщем та альтернативною синтетичним лікарським препаратам.*

**Ключові слова:** *Dermanyssus gallinae*, ектопаразит, акарицидна дія, in vitro, суспензія, ефірні олії, фітонциди, птахівництво.

In recent years, the infection with chicken mite is a major problem in poultry farming in the European Union and in the poultry farms of Ukraine. In view of this, there is a constant need for alternative control measures to maintain a satisfactory physiological state of poultry for different containment technologies. The chicken mite *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) is an dangerous ectoparasite-hematophagous (eats at night time) on farms with cage and floor keeping poultry in many countries around the world. [1, 2]. During the light period of the day, the adult and larval stages of the mite are hiding in the cracks and gaps of the poultry house [3]. The study of the environmental properties of *D. gallinae* has shown that such abiotic factors as temperature above 21°C, high humidity and illumination in the poultry house is optimal for rapid multiplication mite, also under these conditions the life cycle can be completed within the week [4].

Infection chicken mite has a direct and indirect impact on the poultry. It is known that ectoparasites feed on poultry blood,

which can cause anxiety, irritation, anemia, and even death, and the emergence of severe infections in chickens that results in significant economic losses of poultry holdings [5]. In addition, the mite can be a carrier of dangerous pathogens such as *Salmonella*, bird spirochaetosis, chicken pox virus, Newcastle virus, bird typhus, bird cholera, etc [6]. Bites of the mite cause a man's dermatitis, which causes a significant problem for the staff of the poultry [7]. The prevalence of *D. gallinae* in the bird's nests varies from 20–90% depending on the conditions of detention and production technology [8].

Control of parasites with acaricides is a rather complex and lengthy process that causes the resistance to this pest. Also, the use of synthetic drugs has a negative impact on the environment, since substances that are part of the preparations can be stored for a long time in the products of life of poultry and litter, and a significant accumulation of these components can lead to mutagenic, teratogenic and carcinogenic actions.

To avoid these negative effects, it is proposed to use organic herbal preparations. Plant essential oils can be an alternative source of products for the treatment of infec-

ted mite, because they are a powerful source of biologically active chemicals. The research confirms the authenticity of the effects of the use of plant extracts, which makes it possible to abandon pesticides harmful to the environment [9]. Currently, the ecological direction of the fight against parasitic pests of poultry farms is relevant and requires further research on the expansion of a number of plant species, which include phytoncides.

The purpose of the work is to investigate the acaricidal effect of nine essential oils on *D. gallinae* *in vitro*.

## MATERIALS AND METHODS OF RESEARCH

In the laboratory, it was investigated effect of nine essential oils of such plant species as Sweet basil (*Ocimum basilicum*), Coriander (*Coriandrum sativum*), Peppermint (*Méntha piperíta*), Garlic (*Allium sativum*), Laurel (*Laurus nobilis*), Cinnamon (*Cinnamomum verum*), Carnation (*Syzygium aromaticum*), Lime (*Citrus aurantiifolia*), Thyme (*Thymus*) on life activity of populations of species of parasitic mites *D. gallinae*, collected on the farm (Chernihiv reg.) from cages which contain poultry. The mites were collected using a brush and placed in plastic containers and used for experiments within 2 days of collection; kept at temperatures 24°C with a photoperiod of 16:8 hours (light:darkness). Essential oils were tested at concentrations of 0.2, 0.4 and 0.6 mg/ml [10] with a triple repetition. The strips of filter paper size 10/100 mm were impregnated with a suspension of essential oils in a volume of 10 mg/ml and placed in a Petri dish. The control served as a strip, moistened with distilled water. The experiment lasted 72 hours, after which the average mortality rate of individuals was calculated.

## RESULTS AND THEIR DISCUSSION

The research results indicate acaricidal effect of essential oils of investigated plants in all proposed concentrations. Investigated suspensions can be divided into three groups:

Group I – plants whose essential oils have a high acaricidal effect, which is observed already at the second hour of the experiment;

Group II – plants whose essential oils have an average acaricidal action beginning at the third hour of the experiment;

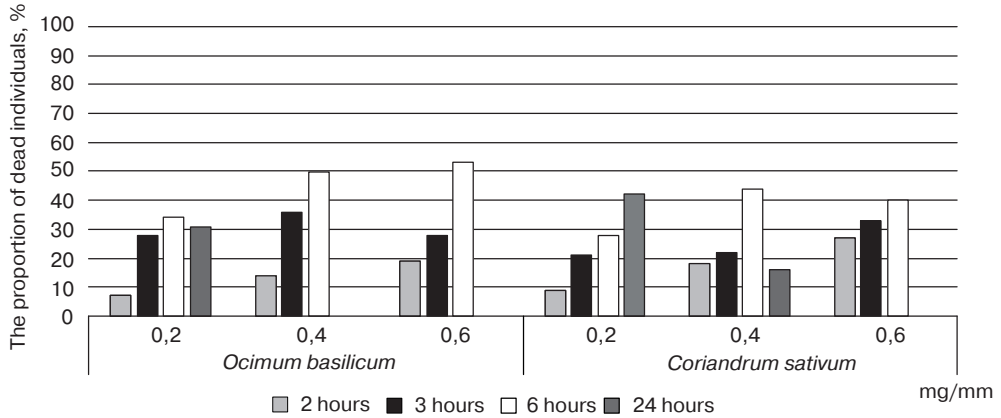
Group III – plants whose essential oils have a low acaricidal effect, where mites die within 72 hours of the experiment.

Compared to the control conditions, which caused the mites to die only for 48 hours of experiment (18%), the acaricidal action of the suspensions *Ocimum basilicum* and *Coriandrum sativum* (Group I) was observed from the 2nd hour of the experiment, and for the last 24 hours the entire study group *D. gallinae* died. At a concentration of suspensions of 0.2 mg / ml, the proportion of dead individuals was 7 and 9%, respectively, with increasing concentrations of *D. gallinae* mortality increased by almost 2–3 times (fig. 1).

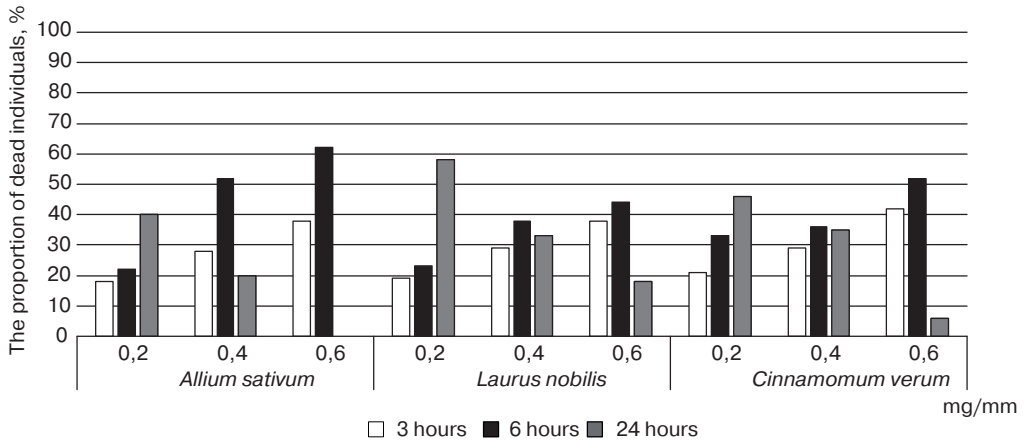
Study of group II of essential oil suspensions showed that the most effective acaricidal effect is *Cinnamomum verum* at a concentration of 0.2 mg/ml, as a result of which the fraction of dead specimens of mites was 21%, while at the same concentration of essential oils *Laurus nobilis* and *Allium sativum* – 18 and 19%, which is also a very positive indicator. During 24 hours, 100% death of *D. gallinae* was recorded (fig. 2).

The group III essential oils are four suspension – in the first two (*Méntha piperíta* and *Thymus*) acaricidal effect was observed from the 3rd hour of the experiment. It should be noted that the mortality rate of *D. gallinae* for the use of peppermint suspension in a concentration of 0.2 mg/ml was 11%, thyme at a concentration of 0.4 mg/ml – 13%. As for the other two suspensions (*Syzygium aromaticum* and *Citrus aurantiifolia*), they had a low indicator of acaricidal properties. At a minimum concentration of lime suspension, the mortality rate of individuals of *D. gallinae* only at 6 hours of the experiment reached 31%, but with an increase in concentrations up to 0.4 and 0.6 mg/ml – 35 and 36% respectively. Note that acaricidal action of essential oil of cloves was the lowest and began only at 24 hours of experiment (fig. 3).

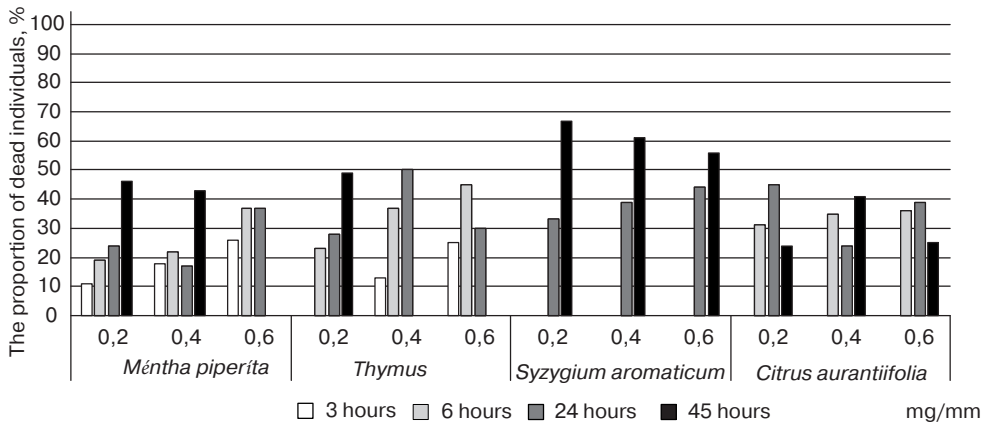
Consequently, essential oils of plants are an alternative to synthetic drugs, because



**Fig. 1.** Acaricidal action *Ocimum basilicum* and *Coriandrum sativum* suspensions depending on the concentration and exposure period



**Fig. 2.** Acaricidal action *Allium sativum*, *Laurus nobilis* and *Cinnamomum verum* suspensions depending on the concentration and exposure period



**Fig. 3.** Acaricidal action *Menthha piperita*, *Thymus*, *Syzygium aromaticum* and *Citrus aurantiifolia* suspensions depending on the concentration and exposure period

they contain only natural ingredients — phytoncides. They have a detrimental effect not only on the population of mites, but also have a bactericidal effect and can interfere with the development of harmful microbiocenosis in poultry farms and have insecticidal properties.

### CONCLUSIONS

It has been established acaricidal effect of investigated nine essential oils on *D. gallinae* populations *in vitro* by direct contact. Suspen-

sions of essential oils *Ocimum basilicum* L. and *Coriandrum sativum* L. have the highest acaricidal effect on the mites and cause their death within 2 hours of direct contact with the substance at a minimum concentration of 0.2 mg/ml.

It has been demonstrated that essential oils are one of the environmentally friendly means of struggle to combat parasitic mites species *D. gallinae*, especially in poultry farms with long-term floor and cage keeping poultry.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Gorji S. The field efficacy of garlic extract against *Dermanyssus gallinae* in layer farms of Babol, Iran / S. Gorji, S. Gorji, M. Rajabloo // Parasitology Research. — 2014. — Vol. 113 (3). — P. 1209–1213.
2. Lancaster J.L.J. Arthropods in livestock and poultry production. Ellis Horwood Series in Entomology, Chichester, UK Locher N, Al-Rasheid KAS, Abdel-Ghaffar F, Mehlhorn H (2010a) *in vitro* and field studies on the contact and fumigant toxicity of a neem-product (Mite-Stop®) against the developmental stages of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* / J.L.J. Lancaster, M.V. Meisch // Parasitology Research. — 1986. — Vol. 107. — P. 417–423.
3. Kilpinen O. Activation of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* (Acari: *Dermanyssidae*), by increasing temperatures / O. Kilpinen // Experimental and Applied Acarology. — 2001. — Vol. 25. — P. 859–867.
4. Maurer V. Temperature influence on life table statistics of the chicken mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: *Dermanyssidae*) / V. Maurer, J. Baumgartner // Experimental and Applied Acarology. — 1992. — Vol. 15. — P. 27–40.
5. Kirkwood A.C. Anemia in poultry infested with red mite *Dermanyssus gallinae* / A.C. Kirkwood // Veterinary Record. — 1968. — Vol. 80. — P. 514–516.
6. The poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*): a potential vector of pathogenic agents / C. Valiente Moro, C.J De Luna, A. Tod [et al.] // Exp Appl Acarol. — 2009. — Vol. 48. — P. 93–104.
7. Should the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* be of wider concern for veterinary and medical science? / D.R. George, R.D. Finn, K.M. Graham [et al.] // Parasites & Vectors. — 2015. — Vol. 8. — P. 178–188.
8. Sparagano O. Biology, epidemiology, management and risk related to the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* / O. Sparagano, D.R. George, D. Harrington // Annual Review of Entomology. — 2014. — Vol. 59. — P. 447–466.
9. Contact and fumigant toxicity of oriental medicinal plant extracts against *Dermanyssus gallinae* (Acari: *Dermanyssidae*) / S.I. Kim, Y.E. Na, J.H. Yi [et al.] // Veterinary Parasitology. — 2007. — Vol. 145. — P. 377–382.
10. Acaricidal effect of eleven essential oils against the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: *Dermanyssidae*) / C. Magdaş, M. Cernea, H. Baciu [et al.] // Science Parasitology. — 2010. — Vol. 11. — P. 71–75.

### REFERENCES

1. Gorji, S., Gorji, S., Rajabloo, S.M. (2014). The field efficacy of garlic extract against *Dermanyssus gallinae* in layer farms of Babol, Iran. *Parasitology Research*, 113 (3), 1209–1213 [in English].
2. Lancaster, J.L.J., Meisch, M.V. (1986). Arthropods in livestock and poultry production. Ellis Horwood Series in Entomology, Chichester, UK Locher N, Al-Rasheid KAS, Abdel-Ghaffar F, Mehlhorn H (2010a) *in vitro* and field studies on the contact and fumigant toxicity of a neem-product (Mite-Stop®) against the developmental stages of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. *Parasitology Research*, 107, 417–423 [in English].
3. Kilpinen, O. (2001). Activation of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* (Acari: *Dermanyssidae*), by increasing temperatures. *Experimental and Applied Acarology*, 25, 859–867 [in English].
4. Maurer, V., Baumgartner, J. (1992). Temperature influence on life table statistics of the chicken mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: *Dermanyssidae*). *Experimental and Applied Acarology*, 15, 27–40 [in English].
5. Kirkwood, A.C. (1968). Anemia in poultry infested with red mite *Dermanyssus gallinae*. *Veterinary Record*, 80, 514–516 [in English].
6. Valiente Moro, C., De Luna, C.J, Tod, A., Guy, J.H., Sparagano, O.A.E., Zenner, L. (2009). The poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*): a potential vector of pathogenic agents. *Experimental and Applied Acarology*, 48, 93–104 [in English].

7. George, D.R., Finn, R.D., Graham, K.M., Mul, M.F., Maurer, V., Moro, C.V., Sparagano, O. A.E. (2015). Should the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* be of wider concern for veterinary and medical science? *Parasites & Vectors*, 8, 178–188 [in English].
8. Sparagano, O., George, D.R., Harrington, D. (2014). Biology, epidemiology, management and risk related to the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. *Annual Review of Entomology*, 59, 447–466 [in English].
9. Kim, S.I., Na, Y.E., Yi, J.H., Kim, B.S., Ahn, Y.J. (2007). Contact and fumigant toxicity of oriental medicinal plant extracts against *Dermanyssus gallinae* (Acari: *Dermanyssidae*). *Veterinary Parasitology*, 145, 377–382 [in English].
10. Magdas, C., Cernea, M., Baciu, B., Suteu, E. (2010). Acaricidal effect of eleven essential oils against the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: *Dermanyssidae*). *Science Parasitology*, 11, 71–75 [in English].

УДК 631.153.7:634.13

## АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПРОМИСЛОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕНСИВНОГО ВИРОЩУВАННЯ ГРУШІ (*PYRUS*)

М.В. Матвієнко<sup>1</sup>, М.О. Бублик<sup>1</sup>, В.В. Волкодав<sup>2</sup>, М.В. Драга<sup>2</sup>,  
О.І. Китаєв<sup>1</sup>, Ю.Б. Ходаківська<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Інститут садівництва НААН

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

*На підставі багаторічних досліджень у виробничих умовах висвітлено високу стартову ефективність запропонованої авторами екологічної енергоощадної технології інтенсивного грушевого саду довготривалого періоду експлуатації на насіннєвій підщепі з проміжною карликовою вставкою. Пірогнозом порівняно з сучасними індустріально-реанімаційними садовими технологіями вирощування груші, що базуються на карликових айвових підщепах. Підтверджено високу конкурентоспроможність вказаної технологічної розробки перед традиційними існуючими: урожайність плодів високої якості у перші роки плодоношення сягає 35–56 т/га; технологія має екологічну спрямованість та дає змогу одержати значні енергетичні заощадження впродовж тривалого експлуатаційного періоду. Доведено, що випробувана у виробництві технологія надає можливість мінімізувати антропогенний вплив на виробничі процеси і на навколишнє природне середовище загалом завдяки високому біологічному потенціалу — життєздатності підщепи і конструкції дерева.*

**Ключові слова:** груша, підщепка, вставка, сорт, енергоощадна технологія, екологічно безпечна продукція.

Сучасне сільськогосподарське виробництво, і садівництво насамперед, базується на високотехнологічних індустріальних технологіях, які значною мірою перенасичено реанімаційними елементами; до того ж не завжди і не зовсім адекватно береться до уваги біологічний і природний потенціал різноманіття видів, що зумовлює зростання невиправданих енергетичних затрат, неконтрольованого забруднення біосфери і, як наслідок, руйнацію біоце-

нозу та домінування згубних незворотних процесів. Такі технології не забезпечують і не формують раціонального і гуманного ставлення до природи, а питання одержання екологічної продукції за цих умов взагалі лишається поза обговоренням. Для його вирішення, з максимальною користю для Природи і Людини, слід радикально змінювати концепцію садівництва на основі нових наукових досягнень, з мінімальними «фізичними» і технологічними впливами і навантаженнями на продукуючі об'єкти, спрямовуючи функціонування дерева (його ріст і розвиток) у властивий йому



природно-фізіологічний напрям у ґрунтово-кліматичних умовах України.

Аналізуючи коротко історичний екскурс стосовно створення сучасних інтенсивних промислових садів на основі індустріально-реанімаційних технологій нагадаємо, що сучасні промислові інтенсивні сади груші (фактично всі плодові породи) базуються на двокомпонентній конструкції саджанця: підщепа + сорт. Натомість для реалізації запланованої нами конструкції насаджень, як правило, використовується певної сили росту підщепа залежно від запланованої сили росту дерева в умовах саду: від карликової до сильнорослої. Біологічний потенціал існуючого за силою росту підщепного ряду всіх вирощуваних плодових порід має як позитивні, так і негативні особливості: на карликових — сади скороплідні і мають обмежений об'єм (габітус) крони, доволі вибагливі до агрокліматичних умов (сад має короткий період промислової експлуатації), до сумісності щеплених компонентів (у низки порід), характеризуються порівняно коротким терміном зберігання плодів (груша, яблуна) в нерегульованих умовах, що зумовлено впливом карликової підщепи; сильнорослі підщепи — навпаки, мають високий природний (біологічний) потенціал життєздатності, відрізняються тривалим промисловим експлуатаційним періодом, менш вибагливі до агрокліматичних умов, не мають проблем із сумісністю, а їх плоди характеризуються поліпшеним біохімічним складом та подовженими термінами зберігання в нерегульованих умовах; проте вони — сильнорослі і характеризуються пізнім початком плодоношення — ознаки, які не дають змогу широко застосувати їх у сучасному інтенсивному промисловому садівництві.

Так, сучасні індустріальні технології, котрі базуються на крайніх межах сили росту сформованого природного підщепного ряду, не відповідають повною мірою сучасному раціональному енергоекологічному виробництву для більшості плодових порід, і особливо груші, винятком може бути тільки яблуна. Тому їх подальше використання зумовлює невиправдані енергетичні затрати,

унеможлиблює виробництво екологічної продукції, призводить до неконтрольованого забруднення навколишнього природного середовища, руйнації природної структури і виснаження ґрунту.

Для підтримки репродуктивного процесу в умовах щільних (4–13 тис. дерев/га) насаджень та отримання високого і якісного врожаю на карликових підщепах необхідно інтенсивно використовувати новітні високотехнологічні індустріально-реанімаційні складові елементи технологій, які хоч і виправдані з погляду сучасного індустріального садівництва, але абсолютно неприйнятні і згубні в економічному, енергетичному та екологічному аспектах. Унаслідок надмірного перенасичення індустріальних садових технологій неприродними елементами, необхідними для підтримки життєдіяльності і функціонування дерева, в екосистемі саду порушується збалансоване природне співвідношення: природа (біоценоз — дерево, ґрунт тощо) — індустрія (шпалера, фертигація, захист, надмірні фізичні агроприйоми тощо); до того ж індустріальна складова переважає над природною і пригнічує її: прямо і опосередковано спричиняє збільшення енергетичних затрат і подальше забруднення довкілля [1]. Крім того, сучасні індустріальні інтенсивні сади мають порівняно короткий період промислової експлуатації (близько 20 років), що потребує значних вкладень на їх перезакладання, тоді як запропоновані екологічні енергоощадні технології збільшують інтенсивну промислову експлуатацію саду до 60–80 років, що своєю чергою переконливо свідчить про перспективність і ощадність таких рішень, зважаючи на колосальні заощадження [1, 2].

В умовах виробництва створення сучасних інтенсивних промислових садів на сильнорослих підщепах також має низку істотних проблем, зумовлених процесами прискорення плодоношення дерев і обмеженням параметрів крони. Такі агроприйоми хоч і вимагають значних енергетичних затрат, але спричиняють менший шкідливий вплив на навколишнє природне середовище, і їх застосування на аматорському і

дрібнотоварному рівні є цілком виправданим.

Тому для створення сучасних екологічних енергоощадних інтенсивних садів тривалого періоду експлуатації необхідно підібрати або сконструювати таке сорто-підщепне комбінування, яке матиме оптимальне співвідношення між надземною і кореневою системами і сприятиме продукуванню компактного габітусу крони за мінімальної коригувальної обрізки. Така конструкція дерева повною мірою відповідає вимогам інтенсивного саду і надає змогу оптимізувати як агрокліматичні, так і агротехнічні складові якісної і довготривалої продуктивності насаджень. Необхідно також, на відміну від насаджень з високою щільністю, оптимізувати густоту саду в межах 1,2–3,5 тис. дерев/га залежно від породи, підщепи чи довжини проміжної карликової вставки (стосовно рослин груші – Пірогном).

Отже, метою роботи є забезпечення стабільного, високого і якісного врожаю грушевого саду впродовж тривалого експлуатаційного періоду завдяки оптимізації функціонування і максимального використання для його життєдіяльності природних компонентів на засадах ресурсозбереження і екологізації, чому сприятиме запатентована нами трикомпонентна конструкція саджанця [2–4].

## МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Виробничі випробування запропонованої екологічної енергоощадної технології груші здійснювали в дослідному саду агрофірми ООО «Ірпінь 2002» (Київська обл.). Сад був закладений у 2012 р. кронуваними дворічними саджанцями на насінневій підщепі (сіянці груші сорту Олександрівка) зі вставкою Пірогном довжиною 20 см сортів Вижниця, Вересневе Дево і Ноябрьська; контроль – саджанці тих самих сортів на середньорослій клоновій підщепі ІС 2-10, умови вирощування – зрошуваний сад. Сорти, підщепи та карликова вставка Пірогном були тестовані на латентну вірусну інфекцію [5]. Саджанці були добре розвинені, а сорт Ноябрьська мав численні

квіткові бруньки. Схема садіння – 4×2 м, умови – краплинне зрошення, формування габітусу крони – модифіковане веретено з системою обрізки, що стимулює прискорене плодоношення з наступним поступовим переформуванням у французьку вісь. Така система формування і обрізки крони на етапі росту і розвитку дерева дає змогу мінімізувати формуючу обрізку, що своєю чергою обумовлює гальмування ростових процесів і значною мірою прискорює плодоношення. Агротехніка – загальноприйнята: міжряддя утримувалось під чорним паром, а в ряду застосовували гербіциди.

Визначення функціонального стану рослин здійснювали за допомогою приладу «Флоратест» у спосіб вимірювання фотоіндукційних змін флуоресценції хлорофілу листків [6–8].

Інтенсивність збуджуючого світла для приладу «Флоратест» – 50–60 Вт/м<sup>2</sup>. Під час визначення ефективності роботи фотосинтетичного апарату листка використовували коефіцієнти  $K_i$  та  $R_{fd}$ , де  $K_i$  – коефіцієнт ефективності електронного транспорту поблизу реакційних центрів фотосистеми II (ФС II), що розраховується за формулою:  $K_i = (F_{p1} - F_0)/F_{p1}$ , де  $F_{p1}$  – перший максимум фотоіндукції флуоресценції хлорофілу,  $F_0$  – початковий рівень фотоіндукції;  $R_{fd}$  – коефіцієнт ефективності темнових фотохімічних процесів. Формула для визначення:  $R_{fd} = (F_{p2} - F_t)/F_t$ , де  $F_{p2}$  – другий максимум фотоіндукції флуоресценції хлорофілу,  $F_t$  – прикінцевий рівень фотоіндукції [9]. Визначення сумісності сорто-підщепних комбінувань груші проводили завдяки люмінесцентному мікроспектральному аналізу структурно-функціональних параметрів листового апарату за методикою О.І. Китаєва [10, 11].

Люмінесцентні мікроспектральні дослідження сорто-підщепних комбінувань груші здійснювали на лабораторному мікроспектрофлуориметрі СМФ-2 р.

Для індукованих температурою змін флуоресценції хлорофілу  $a$  листків визначали інтенсивність і час появи окремих хвиль термоіндукції:  $F_{t\delta}^{680}$  – інтенсивність змін стаціонарного рівня флуоресценції

хлорофілу при температурах від 30 до 40°C ( $\beta$  — хвиля термоіндукції флуоресценції),  $F_{ty}^{680}$  — інтенсивність змін стаціонарного рівня флуоресценції хлорофілу при температурах вище 45°C ( $\gamma$  — хвиля термоіндукції флуоресценції). Окремо аналізували індуковане температурою перекисне окислення ліпідних сполук клітинних мембран, що оцінювали за змінами флуоресценції при довжині хвилі 530 нм —  $F_t^{530}$ .

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для запропонованої екологічної енергоощадної технології, яка базується на трикомпонентній конструкції (сильноросла підщепа + одновидова карликова вставка для груші — Пірогном + сорт) саджанця, значно важливо визначити вплив вказаної вставки у стартових умовах молодого саду на гальмування ростових процесів та інтенсивність формування плодкових утворень щепленого сорту порівняно з існуючою технологією на айвових підщепах. Аналіз біометричних показників, параметрів формування габітусу крони, і головне, формування репродуктивних органів дослідних сортів упродовж стартового п'ятирічного вирощування дерев у саду засвідчило доволі позитивні і закономірні результати. Було встановлено, що проміжна вставка Пірогном, яку введено до Державного реєстру сортів рослин України, істотно гальмує як ростові процеси, а отже, і розвиток габітусних параметрів крони загалом, так і значно прискорює утворення квіткових бруньок, що особливо важливо для формування садом раннього врожаю.

У часовому вимірі, ріст і розвиток сорту в умовах саду на насінневій підщепі із вставкою Пірогном відбувається аналогічно його росту і розвитку на клонових формах айвового ряду від МС до ІС 2-10 і ВА-29. До того ж тожність дерев в умовах саду із посиленням росту і вступу в плодоношення можна регулювати довжиною проміжної вставки. Зокрема, у наших дослідженнях на п'ятий рік росту саду у обох варіантах сорти сформували майже однаковий габітус крони як на контролі (існуючі айвові технології), так і у запро-

понованій (екологічно енергоощадній технології вирощування) за основними біометричними показниками: висотою, проекцією об'єму крони (щодо незначного відхилення у межах 15–30 см, його можна успішно корегувати за допомогою обрізки). До цього вікового періоду (5 років) зростання грушевих дерев в умовах саду було, в основному, завершено формування їх осі (скелета) і досягнуто високої продуктивності, що забезпечило перехід в активнішу фазу переформування — французьку вісь. Зауважимо, ми свідомо відійшли від класичного і послідовного формування французької вісі з першого року зростання дерева в умовах саду, що, на нашу думку, і забезпечило його високу врожайність.

Слід наголосити, що істотних розбіжностей у формуванні габітусу крони дослідних сортів нами не було встановлено — аналіз проекції крони засвідчив, що відведена площа живлення (4×2 м) у площині ряду, на вказаний віковий період, була майже повністю освоєною дослідними сортами, незважаючи що Ноябрська є найбільш слабоборслим із них. Висота осі дерев варіювала у межах 2,8–3,2 м, характеризувалася біологічними особливостями сорту, які успішно можна корегувати обрізкою в процесі подальшої експлуатації саду.

Аналіз показників урожайності дерев і середньої маси плодів свідчить (табл.), що товарний урожай було отримано на третій рік вирощування саду, винятком є сорт Ноябрська — уже в рік садіння він забезпечив урожайність 0,3–0,8 кг/дерево. Деревя сортів Вересневе Дево і Вижиця почали плодоносити пізніше, на другий рік після садіння — 3,8–4,2 і 1,7–2,2 кг/дерево відповідно.

Товарне плодоношення і врожайність у межах 8,6–14,8 т/га, що є характерним для інтенсивних промислових садів, було отримано в обох варіантах на третій рік зростання саду, до того ж продуктивнішим виявився «айвовий» варіант (ІС 2-10) для сортів Вересневе Дево і Ноябрська, що відзначаються інтенсивним формуванням репродуктивних органів, а отже, високою скороплідністю. У вказаний віковий період

**Урожайність сортів груші за різних технологій вирощування саду (2014–2017 рр.)**

Показники		Вересневе Дево		Вижниця		Ноябрьська	
		Технологія		Технологія		Технологія	
		індустріальна – ІС 2-10	екоенергоощадна – Пірогном	індустріальна – ІС 2-10	екоенергоощадна – Пірогном	індустріальна – ІС 2-10	екоенергоощадна – Пірогном
2014	Маса плоду, г	286	273	304	268	320	294
	Урожайність, кг/дерево	11,7	12,6	10,6	8,6	11,8	9,1
	Урожайність, т/га	14,7	15,7	13,3	10,7	14,8	11,4
2015	Маса плоду, г	310	268	295	276	317	260
	Урожайність, кг/дерево	33,2	31,1	19,8	14,9	26,6	25,0
	Урожайність, т/га	41,5	39,0	24,7	18,6	33,3	31,2
2016	Маса плоду, г	317	305	310	296	315	300
	Урожайність, кг/дерево	42,8	45,1	26,4	28,1	35,3	36,9
	Урожайність, т/га	53,5	56,4	32,9	35,2	44,1	46,1
2017	Маса плоду, г	215	230	205	210	175	187
	Урожайність, кг/дерево	7,7	11,9	9,8	14,3	34,7	33,7
	Урожайність, т/га	9,6	14,9	12,3	17,9	43,4	42,1

максимальна продуктивність у 15,7 т/га була забезпечена середньорослим інтенсивним сортом Вересневе Дево у екоенергоощадному варіанті зі вставкою Пірогном.

На п'ятий рік експлуатації інтенсивного саду врожайність у обох дослідних варіантах була доволі високою: від мінімальної (32,9 т/га) за сортом Вижниця у варіанті на айвовій підщепі – до максимальної (56,4 т/га) за сортом Вересневе Дево у варіанті зі вставкою Пірогном. У цей віковий період зафіксовано також перевищення врожайності за всіма дослідними сортами, які є різноплановими за габітусними параметрами крони, силою росту і продуктивністю у запропонованому екоенергоощадному варіанті порівняно з існуючим «айвовим». Абсолютні показники продуктивності сортів у екоенергоощадному варіанті були зафіксовані в інтервалі

від 35,2 т/га (сорт Вижниця) – до 56,4 т/га (Вересневе Дево), а частка перевищення контролю становить 7 і 5% відповідно.

Результати досліджень засвідчили, що у 4–5-річному віці сад досяг високих показників продуктивності як у індустріальному (контрольному) варіанті (19,8–42,8 т/га), так і в запропонованому нами екоенергоощадному (35,2–56,4 т/га).

Найвищі показники продуктивності цих насаджень, порівняно з інтенсивними індустріальними європейськими садами, отримано на стартовому етапі експлуатації саду, що переконливо засвідчує перспективність і масштабність запропонованої розробки. Однак невиправдано високими є стартові та експлуатаційні витрати порівнюваних технологій. За кількістю дерев на 1 га (у од. дерев): індустріальна – 4000–13000, екоенергоощадна – 1250; за

вартістю шпалери на 1 га (у дол. США): індустріальна — 25–30 тис., екоенергоощадна — 0; період промислової експлуатації (років): індустріальна — 20, екоенергоощадна — 60–80. Ми навели тільки основні економічні показники заощадження. Опосередковані заощадження і переваги в експлуатаційний період завдяки раціональному використанню земельних ресурсів є такими: освоєння нових еколого-географічних регіонів під промислове садівництво; оптимізація і раціональне використання фертигаційних і захисних складових компонентів технології виробництва плодів та покращення їх товарних, біохімічних і екологічних властивостей.

Так, було встановлено стабільне (на 15–20%) зростання коефіцієнта  $K_i$  ( $(F_{p1} - F_0)/F_{p1}$ ), що характеризує інтенсивність електронтранспортних процесів поблизу реакційних центрів фотосистеми II для рослин на підщепі насінневої зі вставкою Пірогном. Оптимальні показники для рослин у насадженнях з енергоощадною технологією отримано під час визначення ефективності темнових фотохімічних процесів у хлоропластах листка. Залежно від сорту, параметр Rfd, що характеризує активність рибулозобіофосфаткарбоксилази (основний фермент циклу Кальвіна), збільшився на 20–30%. Тобто визначено перевагу енергоощадної технології за показниками, які характеризують вищу ефективність фотосинтезу у рослин на підщепі насінневої зі вставкою Пірогном, що і забезпечує їх високу продуктивність.

За аналізом індукованих температурою змін флуоресценції хлорофілу визначено часовий інтервал між появою  $\beta$ - та  $\gamma$ -хвилі термоіндукції ( $\tau_{\gamma-\beta}$ ). Встановлено, що для рослин груші на айвовій підщепі IC2-10 (індустріальна технологія) цей інтервал був у межах 30–35 с, тоді як для рослин груші на насінневої підщепі зі вставкою Пірогном — 45–60 с. Зауважимо, що за умов прихованої несумісності значення  $\tau_{\gamma-\beta}$  зменшується до 20–22 с. Відзначимо і істотну різницю в інтенсивності індукованої температурою флуоресценції окислених ліпідних сполук клітинних мембран  $F_t^{530}$ .

Так, інтенсивність для рослин зі вставкою була у межах 12–16 одиниць, тоді як для рослин на айвовій підщепі — 25–30. Значна різниця в показниках, що визначають сумісність комбінуваних, може свідчити про можливість набагато тривалішого експлуатаційного періоду саду, створеного за енергоощадною технологією.

## ВИСНОВКИ

Аналіз п'ятирічних досліджень в умовах саду засвідчив високу стартову ефективність запропонованої екологічної енергоощадної технології інтенсивного грушевого саду довготривалого періоду експлуатації на насінневої підщепі з проміжною карликовою вставкою Пірогном порівняно з сучасними індустріально-реанімаційними грушевидами садовими технологіями, що базуються на карликових айвових підщепках.

Урожайність плодів високої якості (35–56 т/га) підтверджує високу конкурентоспроможність вказаної технології розробки перед традиційними, оскільки за своєї екологічної спрямованості забезпечує значні енергетичні заощадження впродовж тривалого експлуатаційного періоду — 60–80 років.

Особливо слід відзначити соціальні і екологічні аспекти запропонованої технології, яка надає змогу мінімізувати антропогенний вплив на виробничі процеси, а отже і на навколишнє природне середовище, завдяки високому біологічному потенціалу — життєздатності підщепи і конструкції дерева.

Визначено перевагу енергоощадної технології за показниками, що характеризують вищу ефективність фотосинтезу у рослин на насінневої підщепі зі вставкою Пірогном порівняно із рослинами груші, вирощеними за індустріальною технологією (на айвовій підщепі), що обумовлює і забезпечує їх вищу продуктивність.

Встановлено значну різницю в показниках, які визначають сумісність сорто-підщепних комбінуваних груші, що може свідчити про можливість набагато тривалішого експлуатаційного періоду саду, створеного за енергоощадною технологією.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мельник О.В. Конструкції насаджень груші в південній Європі / О.В. Мельник // Новини садівництва. — 2015. — № 1. — С. 21–25.
2. Пат. 85116 Україна. Спосіб створення інтенсивних ресурсозберігаючих насаджень груші екологічного спрямування / М.В. Матвієнко, М.О. Бублик, І.В. Гриник. — № у 201306040; заявл. 16.05.2013; опубл. 11.11.2013, Бюл. № 21.
3. Матвієнко М.В. Інноваційна технологія груші: енергозбереження, екологія та експлуатаційний період / М.В. Матвієнко, Ю.Б. Ходаківська // Інноваційні технології виробництва рослинної продукції: матеріали Всеукраїнської наукової конференції (Умань, 20 квітня 2016 р.). — Умань: Уманський НУС: Редакційно-видавничий відділ, 2016. — С. 86–87.
4. Матвієнко М.В. Енергоощадна технологія вирощування груші з екологічним спрямуванням / М.В. Матвієнко, Ю.Б. Ходаківська, Г.М. Сатіна // Актуальні проблеми ботаніки та екології: матеріали Міжнародної конференції молодих учених (Херсон, 29 червня — 3 липня 2016 р.). — Херсон, 2016. — С. 64.
5. Удовиченко К.М. Ідентифікація Vf та Vr1 генів стійкості до парші яблуні за допомогою ДНК-маркерів / К.М. Удовиченко, Н.В. Тряпичина, Д.О. Кисельов // Сільськогосподарська біотехнологія: теоретичні розробки і впровадження в селекції рослин: Збірник наукових праць. — Одеса: Астропринт, 2016. — С. 88–93.
6. Карапетян Н.В. Переменная флуоресценция хлорофилла как показатель физиологического состояния растений / Н.В. Карапетян, Н.Г. Бухов // Физиология растений. — 1986. — Т. 33, № 5. — С. 1013–1026.
7. Вінцовська Ю.Ю. Вплив біостимулятора Атонік Плюс на функціональний стан листового апарату яблуні (*Malus Domestica* Dyrk.) / Ю.Ю. Вінцовська, В.В. Груша, О.І. Китаєв // Садівництво. — 2016. — Вип. 71. — С. 152–159.
8. Функціональна діагностика елітних гібридних форм вишні звичайної / В.І. Василенко, Н.В. Мойсейченко, О.І. Китаєв, В.В. Груша // Садівництво. — 2015. — Вип. 70. — С. 169–175.
9. Китаєв О.І. Діагностика функціонального стану плодів рослин методом індукції флуоресценції хлорофілу / О.І. Китаєв, В.А. Кривошапка // Садівництво. — 2012. — Вип. 66. — С. 215–221.
10. Китаєв О.І. Люмінесцентні спектральні дослідження підготовки рослин яблуні до зими / О.І. Китаєв // Садівництво. — 1981. — Вип. 29. — С. 60–68.
11. Tytarenko T. Pathological changes of stone-fruit crops caused by root hypoxia due to protracted water logging / T. Tytarenko, O. Kytaev A. Sylaeva // Horticulture and vegetable growing. — 1998. — Vol. 17 (3). — P. 273–280.

REFERENCES

1. Melnyk, O.V. (2015). Konstruktsiyi nasadzen grushi v pivdenniy Yevropi [Constructions of pear plantings in southern Europe]. *Novyny sadivnytstva — News of gardening*, 1, 21–25 [in Ukrainian].
2. Matviyenko, M.V., Bublyk, M.O. & Grynyck, I.V. (2013). Spisib stvorenniya intensyvnykh resursozberogayuchykh nasadzen grushi ekologichnogo spryamuvannya: Patent 85116 na korysnu model [A method for creating intensive resource-saving pear trees of ecological orientation: Patent 85116 for a utility model]. № u 2013 06040. *Bull. No. 21* [in Ukrainian].
3. Matviyenko, M.V. & Khodakivska, Yu.B. (2016). Inovatsiyna tekhnologiya grushi: energozberezhennya, ekologiya ta ekspluatatsiynnyy period [Innovative technology of pears: energy saving, ecology and exploitation period]. Proceedings from Innovative technologies of plant production '16: *Vseukrayinska naukova konferentsiya (20 kvitnya 2016 roku) — The All-Ukrainian scientific conference*. (pp. 86–87). Uman: Uman NUS [in Ukrainian].
4. Matviyenko, M.V., Khodakivska, Yu.B. & Satina, G.M. (2016). Energooschadna tekhnologiya vyroshchuvannya grushi z ekologichnym spryamuvannya [Energy-efficient technology for pears with ecological orientation]. Proceedings from Actual problems of botany and ecology '16: *Mizhnarodna konferentsiya molodykh vchenykh (29 chernyia — 3 lipnya 2016 roku) — The International Conference of Young Scientists*. (p. 64). Kherson [in Ukrainian].
5. Udovychenko, K.M., Tryapitsina, N.V. & Kiselyov, D.O. (2016). Identyfikatsiya Vf i Vr1 geniv stiykosti do parshi yabluni za dopomogyu DNK-markeriv [Identification of Vf and Vr1 of Apple Scurf Resistance Genes by DNA Markers]. *Silskogospodarska biotekhnologiya: teoretychni rozrobky i vprovadzhennya v selektsiyu Roslyn — Agricultural biotechnology: theoretical developments and implementation in the selection of plants*. (pp. 88–93). Odessa: Astroprint [in Ukrainian].
6. Karapetyan, N.V. & Bukhov, N.G. (1986). Pere-mennaya flourestsentsiya khlorofilla kak pokazatel fiziologicheskogo sostoyaniya rasteniy [Chlorophyll fluorescence variable as an indicator of the physiological state of plants]. *Fiziologiya rasteniy — Physiology of plants*, 33, 5, 1013–1026 [in Russian].
7. Vintskovskaya, Yu.Yu., Hrusha, V.V. & Kitayev, O.I. (2016). Vplyv biostymulyatora Atonik Plyus na funktsionalnyy stan lystkovogo aparatu yabluni (*Malus Domestica* Dyrk.) [Effect of Atonik Plus Biostimulator on the Functional Condition of the Apples (*Malus Domestica* Dyrk.)]. *Sadivnytstvo — Horticulture*, 71, 152–159 [in Ukrainian].
8. Vasylenko, V.I., Moiseychenko, N.V., Kitayev, O.I. & Hrusha, V.V. (2015). Funktsionalna diag-

- nostyka elitnykh gibrydnykh form vyshni zvychnoyi [Functional diagnostics of elite hybrid forms of ordinary cherry]. *Sadivnytstvo – Horticulture*, 70, 169–175 [in Ukrainian].
9. Kitayev, O.I. & Kryvoshapka, V.A. (2012). Diagnostyka funktsionalnogo stanu plodovykh roslyn metodom induktsiyi fluorystentsiyi khlorofilu [Diagnosis of functional state of fruit plants by fluorescence induction of chlorophyll]. *Sadivnytstvo – Horticulture*, 66, 215–221 [in Ukrainian].
10. Kitayev, O.I. (1981). Lyuminiscentni spektralni doslidzhennya pidgotovky roslyn yabluni do zymy [Luminescent spectral studies of apple plants preparation to winter]. *Sadivnytstvo – Horticulture*, 29, 60–68 [in Ukrainian].
11. Tytarenko, T., Kytaev, O. & Sylaeva, A. (1998). Pathological changes of stone-fruit crops caused by root hypoxia due to protracted water logging. *Horticulture and vegetable growing*, 17 (3), 273–280 [in English].

УДК 633.14

## ПРОДУКТИВНІСТЬ ЖИТА ОЗИМОГО ЗА БЕЗЗМІННОГО ВИРОЩУВАННЯ

Л.Д. Глущенко<sup>1</sup>, А.В. Кохан<sup>1</sup>, В.В. Гангур<sup>2</sup>, Р.В. Олєпір<sup>1</sup>,  
О.І. Лєнь<sup>1</sup>, С.Г. Брегеда<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція  
імені М.І. Вавилова ІС і АПВ НААН

<sup>2</sup> Інститут свинарства і АПВ НААН

<sup>3</sup> Полтавська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»

*У тривалому польовому досліді Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М.І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН на темно-сірому опідзоленому ґрунті визначено, що середня врожайність жита озимого за беззмінного вирощування впродовж 1884–2016 рр. становить 1,19 т/га. Продуктивність жита озимого за умов його вирощування на постійній ділянці була динамічною, проте не залежала від заміни сортів на сучасні, з вищим генетичним потенціалом. Наведено результати кореляційного аналізу взаємозв'язків між урожайністю зерна жита озимого, температурою повітря і сумою опадів за сортами, які найдовше вирощувались у досліді. Запропоновано використовувати результати досліджень для обґрунтування фундаментальних питань землеробства; глибоких комплексних досліджень; демонстрації ролі основних чинників і умов вирощування рослин.*

**Ключові слова:** жито озиме, беззмінний посів, сорт, погодні умови, забур'яненість, урожайність.

Інтенсифікація землеробства, хімічний пресинг на ґрунти, забруднення їх важкими металами, метаболітами пестицидів, руйнівна дія водної та вітрової ерозії, дегуміфікація, підтоплення, засолення, осолонцювання й інші антропогенні чинники посилюють деградаційні процеси сільськогосподарських земель [1]. Саме тому актуальним на сьогодні є питання отримання своєчасної інформації щодо змін, які відбуваються у ґрунтах за впливу антропогенних

та природних чинників за різних кліматичних умов. Одним із найдостовірніших джерел одержання даних для проведення моніторингу ґрунту на майбутнє є результати довгострокових польових стаціонарних дослідів, у т.ч. із беззмінними посівами сільськогосподарських культур [2].

Уперше питанням їх вирощування, і зокрема жита, на одному місці зацікавилися вчені із Ротамстедської сільськогосподарської дослідної станції (Великобританія), де з 1843 р. західніше м. Лондона (за 60 км) почали проводити стаціонарні довгострокові дослідження з використанням двох

© Л.Д. Глущенко, А.В. Кохан, В.В. Гангур, Р.В. Олєпір,  
О.І. Лєнь, С.Г. Брегеда, 2018

культур — пшениці і коренеплодів, а з 1852 р. — ще і ячменю [3].

У 1878 р. на дослідному полі сільськогосподарського інституту м. Галле (Німеччина) було розпочато польовий експеримент із беззмінного вирощування жита озимого, який триває і досі [4].

В Україні перші дослідження з вирощування цієї культури на тій самій ділянці поля впродовж тривалого часу були закладені у 1884 р. на Полтавському дослідному полі; ґрунт — темно-сірий опідзолений [5, 6]. На чорноземі типовому дослідного поля Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла з 1929 р. вивчаються беззмінні посіви: пшениці озимої, буряку цукрового, кукурудзи, картоплі [7].

Сільськогосподарські культури по-різному реагують на повторне та беззмінне їх вирощування. Аналіз досліджень та публікацій з цього питання демонструє, що рослини неоднаково відгукуються на біологічний кругообіг елементів живлення і агрохімічні показники ґрунту. Для свого росту та розвитку відмінні за морфологічними ознаками рослини відчужують із ґрунту різну кількість поживних речовин і з різним співвідношенням певних елементів. Все це зумовлює посилення у системі «ґрунт — рослина» впливу негативних біологічних (токсичні виділення рослин, накопичення фітопатогенних бактерій та інших шкідливих мікроорганізмів), хімічних і фізичних чинників на явище ґрунтової і, зрештою, зниження продуктивності рослин [7].

Аналогічний дослід також проводили в Росії під керівництвом Д.М. Прянишнікова у 1912 р. на дослідних полях Тимирязевської сільськогосподарської академії (ТСГА, Подільський р-н., Московська обл.) з вивчення продуктивності посівів: вівса, жита озимого, конюшини, льону, картоплі за тривалого беззмінного вирощування, а також — по чорному пару.

Так, у дослідях на удобреному фоні врожайність жита озимого у сівоzmіні була в 1,8 раза вищою, ніж за беззмінного його вирощування, а вівса — в 1,6 раза. Продуктивність картоплі впродовж перших 3-х років вирощування на тому самому міс-

ці не відрізнялась від урожайності культури у сівоzmіні. У наступні 3 роки вона зменшилась на 55% — на удобреному і на 40% — на удобреному фоні [8].

Метою досліджень було визначення рівня продуктивності та забур'яненості беззмінного посіву жита озимого за сумісного впливу різних чинників: антропогенних (сортів) і природних (температурний і водний режими).

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Площа дослідної ділянки — 0,4 га. Агротехніка не змінювалась впродовж усього періоду досліджень. Кожного року, після збирання врожаю, ґрунт розпушували важкими дисковими боронами, а через 7–10 днів здійснювали оранку плугом на глибину 22–25 см з одночасним його прикочуванням. З появою сходів бур'янів застосовували культивуацію з боронуванням. Передпосівну культивуацію з боронуванням і сівбу жита озимого з наступним прикочуванням посіву здійснювали у другій декаді вересня. Добрива, а також хімічні засоби боротьби з бур'янами, хворобами і шкідниками не використовували. Повторність досліду — одноразова. За весь ретроспективний період спостережень висівали 9 сортів жита озимого.

До 1930 р. норма висіву насіння становила 90 кг/га, а впродовж 1930–1972 рр. ділянка була поділена навпіл. На одній із них жито сіяли за старою нормою — 90 кг/га, а на іншій — змінену до 150 кг/га. Середня врожайність впродовж 43 років за норми висіву 90 і 150 кг/га становить 1,11 і 1,25 т/га відповідно. З 1972 р. введено норму висіву — 6 млн схожих насінин на 1 га. Насіння щорічно поновлюється; сорти змінюються у процесі вирощування на ті, що мають вищий генетичний потенціал продуктивності, але тільки після виключення сорту із Державного реєстру сортів рослин України.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За останні 10 років метеорологічні умови Полтавської обл. зазнали помітних змін. Особливо це позначилося на показниках



температури повітря та кількості опадів порівняно з багаторічними даними за 132 роки спостережень (табл. 1).

Трансформація досліджуваних показників спостерігається як загалом за рік, так і за вегетаційний період — безпосередньо за місяцями. Середній показник температури повітря за останні роки порівняно з багаторічними даними підвищився з 7,5 до 9,3°C, або на 1,7°C, зокрема за вегетаційний період жита озимого з 11,1 до 12,6°C, або на 1,5°C. Температура повітря у весняні місяці зросла в середньому на 1,3–1,9°C (квітень, травень), у літні — на 1,8 (червень) і в осінні — на 0,5–2,0°C (вересень — листопад). Кількість опадів за рік і за вегетаційний період також незначно збільшилась — на 18,7 і 9,3 мм відповідно. Слід відзначити динаміку цього показника за місяцями — у квітні і листопаді він був нижчим від багаторічних даних на 5,7 і 13,0 мм, в інші місяці вегетації (травень, червень, вересень і жовтень) перевищував їх значення (на 4,8, 9,3, 9,6, і 4,3 мм відповідно). Зауважимо, що

за період з 2008 до 2017 року середня температура повітря за рік та за вегетаційний період зросла — на 13,5 і 22,3% відповідно, а кількість опадів лише на 3,3%. Фактично, такі самі співвідношення між цими показниками спостерігалися і за місяцями. Все це певною мірою впливало на зміну рівня продуктивності посівів культури.

Слід наголосити, що врожайність жита озимого за період його вирощування впродовж 132 років на тій самій ділянці була динамічною, але майже не залежала від введення нових сортів з вищим генетичним потенціалом (табл. 2).

Найвищою, в абсолютних величинах, була середня врожайність зерна жита озимого Харківське 78 упродовж 1983–1992 рр. вирощування — 1,58 т/га. Урожайність сорту Харківське 95 (1999–2009 рр.) виявилась найнижчою — 0,89 т/га, тоді як його середня зернова продуктивність за всі роки досліджень становить 1,19 т/га.

Проведений статистичний аналіз продуктивності сортів, які вирощували впро-

Таблиця 1

**Динаміка середніх показників температури повітря та суми опадів за досліджуваний період вирощування жита озимого (дані Полтавської метеостанції)**

Показники	Місяці						За вегетаційний період жита озимого
	квітень	травень	червень	вересень	жовтень	листопад	
<i>Температура повітря, °C</i>							
Середньомісячні за 132 роки (1886–2017)	8,8	15,4	18,7	14,3	7,6	1,5	11,1
Середньомісячні за останні 10 років (2008–2017)	10,7	16,7	20,5	15,8	8,1	3,5	12,6
± від середніх багаторічних	<b>1,9</b>	<b>1,3</b>	<b>1,8</b>	<b>1,5</b>	<b>0,5</b>	<b>2,0</b>	<b>1,5</b>
<i>Опади, мм</i>							
Середньомісячна сума за 132 роки (1886–2017)	40	51	60	44	42	49	286,0
Середньомісячна сума за останні 10 років (2008–2017)	34,3	55,8	69,3	53,6	46,3	36,0	295,3
± від середньої багаторічної	<b>-5,7</b>	<b>4,8</b>	<b>9,3</b>	<b>9,6</b>	<b>4,3</b>	<b>-13,0</b>	<b>9,3</b>

Таблиця 2

**Урожайність жита озимого за безмінного вирощування та сукупного впливу погодних умов**

Сорт	Період вирощування		Урожайність, т/га
	роки	тривалість періоду, років	
Пробштейнське	1885–1907	23	1,05
Полтавське	1908–1910	3	1,37
Петкуське	1911–1960	50	1,13
Харківське 194	1961–1964	4	0,93
Харківське 55	1965–1982	18	1,51
Харківське 78	1983–1992	10	1,58
Харківське 88	1993–1998	6	1,15
Харківське 95	1999–2009	11	0,89
Хамарка	2010–2016	7	1,27
НІР <sub>095</sub>			0,34

довж найдовшого періоду у досліді (з урахуванням відповідних погодних умов за роками), продемонстрував різний їх кореляційний зв'язок (табл. 3).

Зокрема, якщо рівень продуктивності сорту Пробштейнське не залежав від температурного режиму осіннього періоду вегетації ( $r = -0,28$ ), то у сорту Петкуське залежність є прямою, тіснота зв'язків – середньою ( $r = 0,60$ ), а у сорту Харківське 95 кореляція – зворотною, зв'язок – сильним ( $r = -0,74$ ). За весняно-літній період, відповідно до вказаних вище сортів, кореляція між температурою повітря та врожайністю культури – зворотна, зв'язок – середній (Пробштейнське,  $r = -0,66$ ), сильний (Петкуське,  $r = -0,95$ ) і слабкий (Харківське 95,  $r = -0,30$ ); за вегетацію – кореляція зворотна, зв'язок – середній (Пробштейнське,  $r = -0,51$ , Петкуське,  $r = -0,49$ ) і сильний (Харківське 95,  $r = -0,83$ ); загалом за рік: кореляція для сорту Пробштейнське є зворотною із середньою тіснотою зв'язків ( $r = -0,53$ ), для Петкуське ( $r = 0,85$ ) – пряма залежність, зв'язок сильний і пряма кореляція із слабким взаємозв'язком для сорту Харківське 95 ( $r = 0,12$ ).

Деякі іншими були кореляційні взаємозв'язки між рівнем урожайності зер-

на жита озимого і сумою опадів. У сорту Пробштейнське і Харківське 95 за осінній період між цими величинами кореляційної залежності не виявлено ( $r = 0,27$ ,  $r = 0,27$  відповідно), тоді як у сорту Петкуське спостерігалася пряма залежність із середньою тіснотою зв'язків ( $r = 0,36$ ). Упродовж весняно-літнього періоду кореляційна залежність між вказаними показниками є прямою, зв'язок у сортів Пробштейнське і Петкуське – середній ( $r = 0,46$ ,  $r = 0,66$  відповідно), а у сорту Харківське 95 – сильний ( $r = 0,80$ ); за вегетаційний період і за рік кореляційна залежність між урожайністю зерна жита озимого і кількістю опадів є прямою, тіснота зв'язків для сорту Пробштейнське – середньою ( $r = 0,39$  і  $r = 0,47$  відповідно), для сортів Петкуське і Харківське 95 – високою ( $r = 0,68$  і  $r = 0,72$ ;  $r = 0,78$  і  $r = 0,71$  відповідно).

Щодо забур'яненості посівів жита озимого, то її рівень був високим, хоч і динамічним за роками, та значною мірою залежав від збереженості рослин після зимового періоду та сукупної дії абіотичних чинників довкілля впродовж весняного і літнього періодів, які мають прямий або опосередкований вплив на формування щільності і габітусу травостою, а також від ценотичної

Таблиця 3

Урожайність жита озимого за беззмінного вирощування і його взаєв'язок з погодними умовами

Сорт	Період вирощування		Рівень продуктивності	Рік	Урожайність, т/га	Температура повітря, °С				Кількість опадів, мм			
	роки	тривалість періоду, років				за осінній період (серпень – жовтень)	за весняно-літній період (квітень – липень)	за вегетацію	за с-т. рік	за осінній період (серпень – жовтень)	за весняно-літній період (квітень – липень)	за вегетацію	за с-т. рік
Пробштейнське	1885–1907	23	Високий	1887	23,8	13,4	14,4	13,9	7,5	190,0	185,0	375,0	572,0
				1888	19,5	14,3	15,5	14,9	7,1	264,0	186,0	450,0	620,0
				1890	14,3	14,2	17,3	15,8	7,9	187,0	220,0	407,0	458,0
				1895	5,3	12,4	15,1	13,7	6,9	248,0	132,0	380,0	550,0
				1901	4,5	15,2	17,7	16,4	8,6	73,0	121,0	194,0	365,0
Петкуське	1911–1960	50	Високий	1906	3,5	15,3	18,3	16,8	9,3	221,0	201,0	422,0	554,0
				1930	18,3	16,2	15,2	15,7	8,3	88,0	226,0	314,0	467,0
				1955	18,8	15,5	14,1	14,8	8,2	194,0	215,0	409,0	617,0
				1958	18,9	14,3	14,8	14,5	7,7	106,0	294,0	400,0	572,0
				1924	2,9	14,9	16,8	15,9	7,3	89,0	188,0	277,0	416,0
Харківське 95	1999–2009	11	Низький	1931	4,8	13,8	16,2	15,0	6,9	175,0	191,0	366,0	536,0
				1954	1,5	14,1	16,8	15,4	5,7	40,0	159,0	199,0	246,0
				2001	12,2	14,7	16,7	15,7	9,5	89,6	393,3	482,9	654,4
				2002	11,9	13,0	17,2	15,1	8,7	144,6	231,9	376,5	553,4
				2004	17,9	13,8	14,7	14,2	8,3	190,8	281,4	472,2	679,5
			Низький	2000	5,0	14,8	16,6	15,7	8,5	49,3	192,8	242,1	495,2
				2006	3,4	15,4	15,7	15,6	7,9	91,4	173,1	264,5	528,2
				2008	4,6	16,0	16,2	16,1	9,2	232,5	212,7	445,2	591,7

здатності рослин культури протистояти бур'янам. Максимальною забур'яненість жита озимого була у роки із зрідженими посівами. Останніми роками комплекс домінуючої сеgetальної рослинності у досліді істотно не змінювався. У цьому фітоценозі налічується значне різноманіття рослин: сокирки польові (*Delphinium consolida* L.), волошка синя (*Centaurea cyanus* L.), часник дикий (*Allium sinum* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L. Med.), берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.), ромашка непахуча (*Matricaria perforata* Merat), спориш звичайний (*Polygonum aviculare* L.), кукіль звичайний (*Agroemma githago* L.), горошок брудний (*Vicia sordida* Waldstet Kit.) та мишачий (*Vicia cracca* L.), фіалка польова (*Viola arvensis* Murr.), хрінниця крупноподібна (*Lepidium draba* L.), кудрявець Софії (*Descurainia sophii* L.), зірочник середній, мокрець (*Stellaria media* L.), рутка дзьобата (*Fumaria rostellata* Knaf.) та Шлейхера (*Fumaria schleicherii* Soy.-Willen.), сухоребрик Лезелів (*Sisymbrium loeselii* L.), підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.), піщанка уральська (*Arenaria uralensis* Pall. ex Spreng), будяк щетинистий, осот рожевий (*Cirsium setosum* Willd.), меландріум білий (*Melandrium album* (Mill.) Garcke), лобода гібридна (*Chenopodium hybridum* L.), талабан польовий (*Thlaspi arvensis* L.), чина бульбиста (*Lathyrus tuberosus* L.), незабудка польова (*Myosotis arvensis* L.), фалопія березкова (*Fallopia convolvulus* L.), горобейник лікарський (*Lithospermum arvensis*

L.), стелюшок польовий (*Spergularia arvensis* L.).

## ВИСНОВКИ

Результати тривалого експерименту упродовж 132 років вирощування беззмінно на постійній ділянці жита озимого, безумовно, не втратили своєї актуальності в науковому аспекті і нині та широко використовуються для вирішення фундаментальних питань землеробства, глибоких комплексних досліджень, демонстрації ролі основних чинників і умов зростання рослин.

Середня врожайність жита озимого в досліді за 132 роки спостережень становить 1,19 т/га. Однак продуктивність культури не зазнавала істотних змін за введення нових, більш урожайних сортів. Проведений кореляційний аналіз взаємозв'язку продуктивності сортів, які найдовше використовувалися для вирощування у досліді, та температури повітря і суми опадів засвідчив, що перевага за впливом на врожайність зерна жита озимого належить кількості опадів.

Забур'яненість посівів жита озимого впродовж всього періоду в умовах його беззмінного вирощування була високою, що значно залежало від густоти рослин після зимового періоду та рівня сприятливості погодних умов для їх росту і розвитку у весняно-літній період і, відповідно, формування високої конкурентної здатності посівів жита щодо сеgetальної рослинності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Теорія і практика ґрунтоохоронного моніторингу / за наук. ред. М.М. Мірошніченка. — Х.: ФОП Бровін О.В., 2016. — 384 с.
2. *Белявский Ю.В.* Бессменная рожь 124 года на одном поле / Ю.В. Белявский, Н.Н. Опара // *Зерно*. — 2008. — № 4. — С. 17–23.
3. *Jenkinson D.S.* The Rothamsted long — term experiments: are they still of use? / D.S. Jenkinson // *Agronomy journal*. — 1991. — No. 83. — P. 2–10.
4. *Chmielewski F.-M.* Impact of climate changes on crop yields of winter rye in Halle (southeastern Germany), 1901 to 1980 / F.-M. Chmielewski // *Climate Research*. — 1992. — Vol. 2. — P. 23–33.
5. *Черпахин Б.П.* Сравнение урожая озимой ржи за два года — 1886 и 1887 — при одинаковых почвенных и культурных условиях / Б.П. Черпахин // *Отчет по опытному полю Полтавского сельскохозяйственного общества за 1885–1887 гг.* — Полтава, 1888. — С. 51.
6. *Маньковский К.Г.* Программа и организация опытов с бессменной культурой ржи / К.Г. Маньковский // *Итоги работ Полтавского опытного поля за 20 лет*. — Вып. 2. — Полтава, 1909. — С. 40–44. — (Серия «Зерновые хлеба»).
7. *Русинов В.І.* Урожайність провідних сільськогосподарських культур у сівоzmіні з беззмінного їх вирощування / В.І. Русинов, М.П. Яблунівська, А.І. Шевченко // *Наук.-техн. бол. Мирон. ін-ту пшениці ім. В.М. Ремесла УААН*. — 2006. — Вып. 5. — С. 220–226.

8. Воробьев С.А. Изменение урожая бессменных культур в зависимости от метеорологических условий / С.А. Воробьев, А.Ф. Сазанов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 1979. – Вып. 5.– С. 10–16.

занов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 1979. – Вып. 5.– С. 10–16.

## REFERENCES

1. Miroshnychenko, M.M. (2016). *Teoriia i praktyka hruntookhoronnoho monitorinhu [Theory and practice of soil protection monitoring]*. Kharkiv: FOP Brovin O.V. [in Ukrainian].
2. Belyavskiy, Yu.V., Opara, N.N. (2008). Bessmennaya rozh 124 goda na odnom pole [The permanent rye is 124 years old on the same field]. *Zerno – Grain, 4*, 17–23 [in Russian].
3. Jenkinson, D.S. (1991). The Rothamsted long – term experiments: are they still of use?. *Agronomy journal, 83*, 2–10 [in English].
4. Chmielewski F.-M. (1992). Impact of climate changes on crop yields of winter rye in Halle (southeastern Germany), 1901 to 1980. *Climate Research, 2*, 23–33 [in English].
5. Cherepakhin, B.P. (1988). Sravneniye urozhaev ozimoy rzhi za dva goda – 1886 i 1887 pri odinakovykh pochvennykh i kulturnykh usloviyakh [Comparison of winter rye harvests for two years – 1886 and 1887 under both identical soil and cultural conditions]. *Otchot po opytному polyu Poltavskogo selskokhozyaystvennogo obshchestva za 1885 – 1887 gg – Report on the experimental field of the Poltava Agricultural Company for 1885–1887.* (p. 51). Poltava [in Russian].
6. Mankovskiy, K.G. (1909). Programa i organizatsiya opytov s bessmennoy kulturoy rzhi. Itogi rabot Poltavskogo opytnogo polya za 20 let [Program and organization of experiments with a permanent crop of rye. The results of works of the Poltava experimental field for 20 years]. *Zernovye khleba – Cereals of bread, 2*, 40–44 [in Ukrainian].
7. Rusynov, V.I., Yablunivska, M.P. & Shevchenko, A.I. (2006). Urozhainist providnykh silskohospodarskykh kultur u sivozmini ta bezzminnoho ikh vyroshchuvannya [The yield of the leading agricultural crops in crop rotation and their permanent cultivation]. *Naukovo-tekhnichniy byuletyn Mironivskogo institututu pshenitsi imeni V.M. Remesla UAAAN – Scientific-Technical bulletin of Myron. Institute of Wheat named after V.M. Remesla of UAAS, 5*, 220–226 [in Ukrainian].
8. Vorobyov, S.A., & Sazanov, A.F. (1979). Izmenenie uroznya bessmennykh kultur v zavisimosti ot meteorologicheskikh usloviy [Change of the harvest of permanent crops depend on meteorological conditions]. *Izvestiya Timiryazevskoy selskokhozyaystvennoy akademii – News of Timiryazev academy, 5*, 10–16 [in Russian].

---

# БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

---

УДК 579.64

## БІОДЕГРАДАЦІЯ ГЕРБІЦИДІВ ШТАМАМИ МІКРООРГАНІЗМІВ-ДЕСТРУКТОРІВ

І.С. Бровко<sup>1</sup>, І.О. Подгурська<sup>1,2</sup>, Я.В. Чабанюк<sup>1</sup>, О.О. Кордунян<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

*Досліджено здатність мікроорганізмів-деструкторів гербіцидів на основі імазамоксу, кломазону, гліфосату та 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти рости на середовищах з додаванням указаних речовин як єдиного джерела вуглецю. Побудовано криві розвитку культур ізольованих, здатних до зростання на середовищах, що містять вказані гербіциди, та визначено добу переходу культури у стаціонарну фазу росту. Встановлено факт швидкого нарощування біомаси ізольованих та вихід культур на логарифмічну фазу вже з першої доби культивування, що свідчить про можливість залучення гербіцидів до метаболічних процесів клітин бактерій. Проведено аналіз деградації вказаних гербіцидів за дії мікроорганізмів-деструкторів, що засвідчує можливість деструкції імазамоксу, кломазону, гліфосату та 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти до 82, 83, 86 та 80% на сьому добу культивування відповідно. Доведено неможливість досягнення подібного рівня деградації вказаних гербіцидів унаслідок гідролітичної дисоціації на стерильному середовищі.*

**Ключові слова:** мікроорганізми-деструктори, імазамокс, кломазон, гліфосат, 2,4-дихлорфеноксиоцтова кислота.

Серед сучасних методів і технологій ремедіації ґрунтів, забруднених пестицидами, чільне місце займає біотехнологічний підхід як ефективний та економічний спосіб відновлення ґрунту. Останніми роками встановлено значну роль мікроорганізмів у підтримці екологічної рівноваги: численні форми бактерій мають здатність залучати до свого процесу обміну речовин ксенобіотики, тобто використовувати їх у конструктивному і енергетичному метаболізмі клітини [1]. Мікробна деградація токсичних сполук, що відбувається завдяки ферментним системам, є доволі новим і ефективним прийомом щодо деструкції різноманітних ксенобіотиків, зокрема гербіцидів.

Номенклатура екологічно важливих біологічних агентів, у т.ч. мікроорганізмів, систематично розширюється. З ґрунту та

інших субстратів повсякчас виділяють нові бактерії, що мають технологічне значення та можуть бути вдосконалені як традиційними методами селекції (мутагенез), так і за допомогою генної інженерії.

Найпоширеніший метод санації ґрунтів полягає в доборі культури мікроорганізму-детоксикатора, накопиченні його біомаси і змішуванні з ґрунтом на ділянках, де необхідно очищення від токсичних сполук. Ефективність такого методу обумовлено потенційною здатністю внесеної культури за своїми біологічними властивостями включитися у процеси вже складеного ґрунтового біоценозу. Мікробна деструкція є найбільш ефективним і екологічно прийнятним способом видалення органічних ксенобіотиків, зокрема гербіцидів. Для їх знешкодження використовують різноманітні мікроорганізми, проте для екологічних потреб найчастіше залучають саме гетеротрофні форми [2].

Біологічні методи відновлення забруднених ґрунтів потребують набагато менше витрат для свого застосування, аніж відомі небіологічні технології, що й пояснює актуальність досліджень у цьому аспекті. Саме тому розробка і застосування на практиці біотехнологічних способів очищення ґрунтів, забруднених гербицидами, є доволі перспективним напрямом, який об'єднує зусилля вчених і практиків з різноманітних галузей науки [3].

Метою роботи було дослідження особливостей росту мікроорганізмів-деструкторів гербицидів на середовищах, які містять імазамокс, кломазон, гліфосат та 2,4-дихлорфеноксиоцтову кислоту як єдине джерело вуглецю, та встановлення рівня мікробної деградації вказаних речовин.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для проведення досліджень були обрані комерційні препарати на основі діючих речовин імазамоксу, кломазону, гліфосату та 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти – Пульсар® 40 (ТОВ «BASF Україна», Україна), Каліф 480 («Аган Кемікал Мануфакчерз Лтд.», Ізраїль), Гліфовіт Екстра, РК («Укравіт», Україна), Дезормон 600 («Баєр КропСаєнс», Німеччина).

Для визначення рівня деградації імазамоксу, кломазону, гліфосату та 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти за впливу мікроорганізмів біомасу *Pseudomonas* sp., *Alcaligenes* sp., *Bacillus* sp., *Streptomyces* sp. та *Arthrobacter* sp. нарощували у м'ясопептонному бульйоні до оптичної густини ( $OD_{600}$ ), що дорівнює 2; проводили центрифугування при 10000 g; двічі промивали та ресуспендували рідким мінерально-сольовим середовищем і доводили до  $OD_{600} = 1$ ; розводили мінерально-сольовим середовищем з додаванням імазамоксу, кломазону, гліфосату або 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти у концентрації 0,05 г/л у співвідношенні 1:100 (об./об.). Кожен клон інкубували впродовж 7 днів при 30°C і аерації 150 грм у трьох повторностях; контроль без інокулянта інкубували за ідентичних умов. Зразки відбирали з інтервалом у 24 год. Інтенсивність росту бактерій ви-

значали за оптичною густиною проби при довжині хвилі 600 нм на спектрофотометрі (Optizen 2120UV, РОК).

Концентрацію досліджуваного гербициду визначали методом високоефективної рідинної хроматографії на НРІС-хроматографі, обладнаному діодно-матричним детектором (Agilent 1100 series, США). Хроматографічне розділення здійснювали на колонці YWG-C18; калібрування – за серійними розведеннями стандартів препаратів (PESTANAL® analytical standard, SIGMA, UK).

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

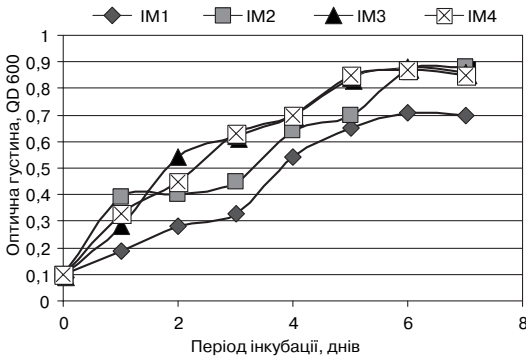
Наші попередні дослідження були спрямовані на виділення та ідентифікацію штамів мікроорганізмів-деструкторів гербицидів на основі імазамоксу, кломазону, гліфосату та 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти [4]. Унаслідок проведеного скринінгу було отримано 4 клони, здатні рости на середовищах з імазамоксом як єдиним джерелом вуглецю; 3 клони, здатні до зростання на середовищах з кломазоном; та по 2 клони, які могли нарощувати свою біомасу на середовищах з додаванням гліфосату або 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти відповідно. Вірогідно, отриманим клонам характерною є не лише резистентність до досліджуваних гербицидів, а й здатність метаболізувати останні, що робить їх перспективними об'єктами для подальших досліджень та використання в біотехнологіях ремедіації ґрунтів, забруднених пестицидами.

Для детального кількісного дослідження використання вказаних гербицидів у своєму метаболізмі обраними клонами через певний проміжок часу відібрані культури культивували на мінерально-сольовому середовищі з 50 мг/мл досліджуваного гербициду з стартовою оптичною густиною культури 0,1 оптичної одиниці (о.од.), при довжині хвилі 600 нм ( $OD_{600} = 0,1$ ). Для кожного з відібраних клонів були побудовані криві розвитку культури.

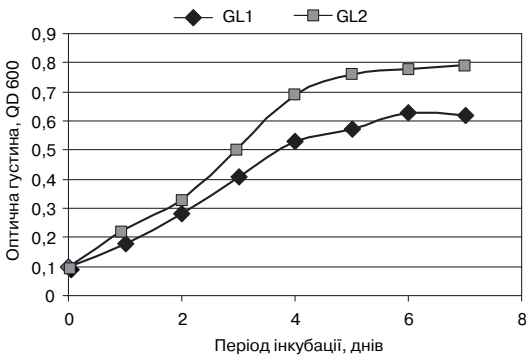
За додавання в середовище препарату на основі імазамоксу впродовж 7 діб культивування спостерігалася позитивна динаміка росту та збільшення оптичної

густини для кожного з ізолятів (рис. 1). Найбільший обсяг біомаси зафіксовано на 6 добу культивування для всіх досліджених ізолятів, після чого відбувався вихід культури на певне плато, що обумовлено початком стаціонарної фази росту. Найбільшу біомасу у процесі культивування нарощував ізолят ІМ2, що відповідало 0,90 о.од. густини, а найменшу – ізолят ІМ1 – 0,70 о.од.

Культивування трьох відібраних ізолятів з використанням гербіциду кломазон сприяло позитивній динаміці їх росту. Ізоляти СЛ1 та СЛ3 потрапляли у стаціонарну фазу росту на 5 добу, тобто на 1 добу раніше, ніж ізоляти, здатні рости за дії препарату імазамокс. Найбільша біомаса спостерігалася у варіанті з ізолятом СЛ3 – 0,87 о.од. на 7 добу культивування (рис. 2).



**Рис. 1.** Розвиток культур ізолятів за дії гербіциду імазамокс як єдиного джерела вуглецю: ІМ1, ІМ2, ІМ3, ІМ4 – номери ізолятів

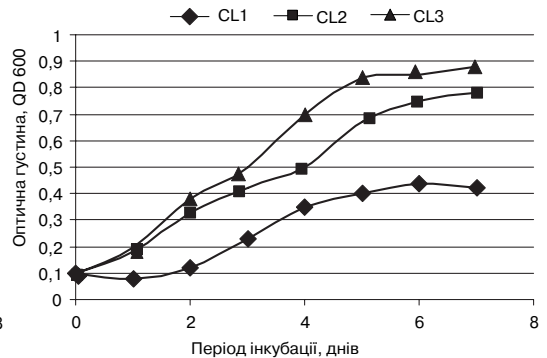


**Рис. 3.** Розвиток культур ізолятів за дії гербіциду гліфосат як єдиного джерела вуглецю: GL1, GL2 – номери ізолятів

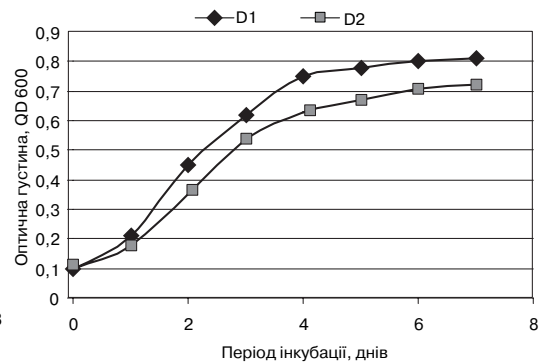
Дослідження здатності мікроорганізмів рости на середовищах з гліфосатом засвідчило, що ізоляти GL1 та GL2 швидко нарощували біомасу та досягали стаціонарної фази росту вже на 4 день культивування. Максимальна оптична густина становила 0,79 о.од. для ізоляту GL2, мінімальна – 0,62 о.од. для ізоляту GL1 (рис. 3).

Крива росту ізолятів на середовищах з 2,4-дихлорфеноксиоцтовою кислотою свідчить про рівномірний розвиток бактерій упродовж логарифмічної фази росту та перехід до стаціонарної фази на 4 день культивування. На 7 добу максимальний обсяг біомаси було нарощено ізолятом D1, що відповідало 0,81 о.од. оптичної густини, а мінімальна – ізолятом D2 – 0,72 о.од. (рис. 4).

Слід зауважити, що за дії всіх речовин у всіх варіантах досліді під час розвитку



**Рис. 2.** Розвиток культур ізолятів за дії гербіциду кломазон як єдиного джерела вуглецю: СЛ1, СЛ2, СЛ3 – номери ізолятів



**Рис. 4.** Розвиток культур ізолятів за дії гербіциду 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти як єдиного джерела вуглецю: D1, D2 – номери ізолятів



культур не спостерігалася адаптаційна фаза росту — швидке нарощування біомаси та вихід культур у логарифмічну фазу росту відбувався вже на першу добу культивування, що може свідчити про можливість залучення цих речовин до метаболічних процесів клітини.

Тому наступним етапом досліджень було з'ясування деградації вказаних гербіцидів за дії мікроорганізмів-деструкторів. Концентрації цих сполук у середовищах, де культивувалися досліджувані ізоляти, визначали кожні 24 год (табл. 1).

Окремо досліджували можливість гідролітичної деградації гербіцидів на середо-

вищах без додавання культури мікроорганізму-деструктора (табл. 2).

Так, у варіанті з використанням препарату імазамокс ізоляти ІМ1, ІМ2, ІМ3 та ІМ4 метаболізують близько 82% цієї речовини впродовж періоду спостереження. Зауважимо, що близько 50% імазамоксу метаболізується на 2–3 добу інкубації, що значно перевищує рівень гідролітичної деградації за цей час.

Рівні деградації кломазону свідчать, що ізоляти СL1, СL2 та СL3 можуть метаболізувати 68–83% вказаного гербіциду впродовж 7 днів культивування порівняно з майже повною відсутністю деградації

Таблиця 1

**Рівні деградації імазамоксу, кломазону, гліфосату та 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти за дії штамів мікроорганізмів-деструкторів**

Період інкубації, днів	Деградація гербіциду, %											
	Імазамокс				Кломазон			Гліфосат		2,4-D		
	ІМ1	ІМ2	ІМ3	ІМ4	СL1	СL2	СL3	СL1	СL2	D1	D2	
1	16	20	22	32	14	20	38	16	28	38	20	
2	20	28	36	47	16	22	44	24	36	42	24	
3	40	44	38	50	28	40	60	55	59	56	46	
4	54	62	50	74	42	60	72	70	74	68	56	
5	58	74	70	78	56	70	76	74	76	72	70	
6	64	80	76	79	58	80	78	78	79	76	78	
7	68	82	78	80	68	83	82	84	86	80	80	

Таблиця 2

**Рівні деградації імазамоксу, кломазону, гліфосату та 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти у стерильному середовищі**

Період інкубації, днів	Деградація гербіциду, %			
	Імазамокс	Кломазон	Гліфосат	2,4-D
1	0,4	0,0	0,6	0,2
2	0,8	0,1	1,0	0,3
3	1,5	0,2	1,2	0,4
4	2,0	0,3	1,4	0,6
5	2,8	0,3	1,6	0,7
6	3,6	0,3	2,0	1,0
7	4,4	0,4	2,2	1,4

пестициду в стерильному середовищі, що узгоджується з попередніми даними про незначну деградацію імазамоксу та відсутність деградації кломазону під дією гідролізу [5].

Мікробна деструкція гліфосату ізолятами GL1 та GL2 відбувалася доволі активно — на 3-й день інкубації вона становила вже 55–59%, а на 7-й — 84–86%, на противагу 2%-ій деградації гербіциду в стерильних умовах. Отримані результати підтверджують дані щодо швидкої деградації гербіциду під дією штамів-деструкторів та незначний ступінь його гідролітичної дисоціації [6].

Розкладання 2,4-дихлорфеноксоцтової кислоти клонами D1 і D2 відбувалося також доволі активно: на 3-й день інкубації 46–56% гербіциду зазнало деструкції, а на 7-й — 80%. Рівень гідролітичної дисоціації не перевищував 1,4%, що цілком узгоджується з попередніми даними про стабільність вмісту вказаного гербіциду в стерильному середовищі [7].

## ВИСНОВКИ

Дослідження здатності виділених ізолятів мікроорганізмів-деструкторів до росту на середовищах із додаванням імазамоксу, кломазону, гліфосату і 2,4-дихлорфеноксоцтової кислоти та до деструкції вказаних гербіцидів засвідчило перспективність використання виділених клонів для розроблення біотехнології очищення ділянок ґрунту, забруднених гербіцидами. Встановлено здатність досліджених ізолятів рости на середовищах з перевищенням доз гербіцидів та можливість їх використання як єдиного джерела вуглецю, що свідчить про здатність діючої речовини гербіциду вступати в метаболічні процеси клітин мікроорганізмів. Рівні деградації гербіцидів під дією штамів-деструкторів досягали 82% для імазамоксу, 83 — кломазону, 86 — гліфосату і 80% — для 2,4-дихлорфеноксоцтової кислоти на 7-й день культивування, що є свідченням високого потенціалу виділених ізолятів у технологіях біоремедіації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Решетов Г.Г. Эффективность метода микробной деструкции пестицида тетраметилтиурамдисульфида / Г.Г. Решетов, Т.Т. Тугаева // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. — 2012. — № 1. — С. 220–223.
2. Глик Б. Молекулярная биотехнология: принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. — М.: Мир, 2002. — 589 с.
3. Квеститадзе Г.И. Введение в биотехнологию / Г.И. Квеститадзе, А.М. Безбородов. — М.: Наука, 2002. — 283 с.
4. Скринінг мікроорганізмів — потенційних деструкторів гербіцидів / І.С. Бровко, І.О. Подгурська, Я.В. Чабанюк, О.О. Кордунян // Агроекологічний журнал. — 2018. — № 1. — С. 127–132.

5. Dziedzic J.E. FMC 57020 hydrolysis study / J.E. Dziedzic. — FMC Corporation, Princeton, 1982. — 11 p.
6. Кузнецова Е.М. Глифосат: поведение в окружающей среде и уровни остатков / Е.М. Кузнецова, В.Д. Чмил // Современные проблемы токсикологии. — 2010. — № 1. — С. 87–95.
7. Галиулин Р.В. Особенности разложения гербицида 2,4-Д в системе почва — вода — донные отложения / Р.В. Галиулин, Р.А. Галиулина // Вода: химия и экология. — 2012. — № 1. — С. 86–89.

## REFERENCES

1. Reshetov, G.G. & Tugaeva, T.T. (2012). Effektivnost metoda mikrobnoi destrakcii pestitsida tetrametil-tiuramidisulfida [Effective methods of microbial destruction of TMTD pesticide]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotcialno-ekonomicheskogo universiteta* — *Bulletin of the Saratov State Social and Economic University*, 1, 220–223 [in Russian].
2. Glick, B. & Pasternak, Dzh. (2002). *Molekuliarnaia biotekhnologija: printcipy i primenenie* [Molecular biotechnology. Principles and Applications]. Moskva: Mir [in Russian].
3. Kvestitadze, G.I. & Bezborodov, A.M. (2002). *Vvedenie v biotekhnologiiu* [Introduction to biotechnology]. Moskva: Nauka [in Russian].

4. Brovko, I.S., Podgurskaia, I.O., Chabanyuk, Ya.V., & Kordunyan, O.O. (2018). Skryninh mikroorhanizmiv — potentsiinykh destrukturiv herbitysydiv [Screening of potential microorganisms as herbicide degraders]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological Journal*, 1, 127–132 [in Ukrainian].
5. Dziedzic, J.E. (1982). *FMC 57020 hydrolysis study*. Princeton: FMC Corporation [in English].
6. Kuznetsova, E.M. & Chmil, V.D. (2010). *Glifosat: povedenie v okruzhaiushchei srede i urovni ostatkov*

[Glyphosate: Environmental fate and levels of residues]. *Sovremennyye problemy toksikologii – Modern Problems of Toxicology*, 1, 87–95 [in Russian].

7. Galiulin, R.V. & Galiulina, R.A. (2012). Osobennosti razlozheniia gerbitcida 2,4-D v sis-

teme pochva–voda–donnye otlozheniia [2,4-D herbicide degradation in soil–water–bottom sediment system]. *Voda: khimiia i ekologiia – Water: Chemistry and Ecology*, 1, 86–89 [in Russian].

УДК 631.847.211: 633.34

## КОРЕКЦІЯ РИЗОБІАЛЬНИХ УГРУПОВАНЬ ҐРУНТУ ЗА ІНТРОДУКЦІЇ *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM* РІЗНИХ ГЕНЕТИЧНИХ ГРУП

Д.В. Крутило<sup>1</sup>, О.В. Надкернична<sup>1</sup>, О.В. Шерстобоева<sup>2</sup>, М.А. Ушакова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН

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

*Досліджено ефективність бінарної композиції штамів *B. japonicum* 46 + *B. japonicum* KB11 як основи мікробних препаратів Ризобіот та Ризогумін для сої. Висвітлено, що поєднання у біопрепаратах двох штамів бульбочкових бактерій сої різних генетичних груп та інтродукція їх у агроценози дає змогу провести корекцію ризобіальних угруповань ґрунту. Обробка насіння сої композицією штамів *B. japonicum* забезпечує формування збалансованих симбіотичних систем за дії інтродукованих та місцевих ризобій. Цей прийом надає можливість інтенсифікувати процес бульбочкоутворення, підвищити рівень симбіотичної азотфіксації, збільшити врожайність культури на 18–35% порівняно з контролем (без інокуляції). Найефективнішим за різних ґрунтово-кліматичних умов є використання торфової форми біопрепарату Ризогумін.*

**Ключові слова:** ризобіальне угруповання ґрунту, *Bradyrhizobium japonicum*, серогрупи, симбіотична система, соя, урожайність.

Однією з важливих особливостей бобових культур є їх здатність до симбіозу із азотфіксуючими мікроорганізмами — бульбочковими бактеріями, які частково або повністю забезпечують потреби рослин у цьому елементі. Використання активних штамів бульбочкових бактерій для покращення росту та живлення бобових вважається перспективним підходом в екологічному землеробстві [1, 2]. Як основа біологічних препаратів вони забезпечують підвищення врожайності бобових культур, поліпшення якості одержуваної продукції та сприяють формуванню в агроценозах місцевих угруповань специфічних бульбочкових бактерій. Представників ґрунтових популяцій ризобій розглядають як цінний генетичний ресурс для біотехнології сіль-

ського господарства, а з іншого боку, вони можуть бути конкурентами штамів-інокулянтів, знижуючи ефективність мікробних препаратів [1, 3, 4].

Наші попередні дослідження засвідчили, що в ґрунтах України популяції бульбочкових бактерій сої є доволі гетерогенними [5]. Їх представляють дві групи штамів: з повільним та інтенсивним ростом, що різняться за фенотиповими та генотиповими властивостями. Повільно-рослі ризобії віднесено до кількох генетичних груп: USDA 4, USDA 6 та USDA 110, тоді як інтенсивно-рослі штами є менш різномірними — вони належать до однієї генетичної групи USDA 123 [6]. На основі відібраних активних штамів сформовано колекцію бульбочкових бактерій сої з різною швидкістю росту. Встановлено, що інтенсивно-рослі штами краще, ніж повільно-рослі, приживаються у ґрунті [7], і це

© Д.В. Крутило, О.В. Надкернична, О.В. Шерстобоева, М.А. Ушакова, 2018

може бути використано на практиці для розробки нових мікробних препаратів з широким спектром корисної дії.

Останнім часом перелік інокулянтів для рослинництва значно розширився і налічує препарати, створені на основі мікроорганізмів різних функціональних груп, а також препарати бінарної дії, одержані внаслідок поєднання кількох мікроорганізмів [8]. Порівняно з окремими культурами, консорціями характеризуються підвищеною ефективністю і стабільністю дії на рослини, що обумовлює перспективність їх використання у сільськогосподарській практиці [9, 10].

Можливість застосування у біопрепаратах кількох штамів бульбочкових бактерій, які належать до одного виду, потребує детального вивчення. Для раціонального використання потенціалу бобово-ризобіального симбіозу необхідно звертати увагу не лише на ефективність нових штамів і їх сумісність, але й знати, за яких умов штам-інокулянти можуть успішно конкурувати з представниками ґрунтових популяцій специфічних бульбочкових бактерій та колонізувати кореневу систему рослин.

З огляду на вищевикладене, метою нашої роботи було вивчити ефективність поєданого застосування штамів *B. japonicum* різних генетичних груп як основи препаратів для сої та оцінити їх вплив на місцеві ризобіальні угруповання ґрунту.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкти досліджень: бінарна композиція повільно- та інтенсивнорослого штамів бульбочкових бактерій — *B. japonicum* 46 (генетична група USDA 6) + *B. japonicum* KB11 (група USDA 123), рідка та тверда форми біопрепаратів для сої Ризобіфіт і Ризогумін, рослини сої (*Glycine max* (L.) Merr.) різних сортів (Сузір'я та КиВін).

Польові досліді щодо ефективності застосування бінарної композиції штамів *B. japonicum* 46 + *B. japonicum* KB11 як основи мікробних препаратів проводили у зоні Полісся України на чорноземі вилугуваному (Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового вироб-

ництва НААН — ІСМАВ). Застосовували рідку та тверду (торфову) форми біопрепарату Ризобіфіт (ТУУ 319.00494456-006-2002) і нового комплексного препарату Ризогумін (ТУУ 24.1-00497360-003:2007). До складу Ризобіфіту (рідка форма) входить бактеріальна суспензія бульбочкових бактерій *B. japonicum* 46 та *B. japonicum* KB11. У твердій формі цього препарату ризобії розмножено у стерильному торфі. До складу Ризогуміну (рідка форма), крім бульбочкових бактерій (компонент № 1), входить комплекс біологічно активних речовин вермикомпосту (компонент № 2): регулятори росту рослин, гумінові кислоти, амінокислоти, вітаміни, незначна кількість макроелементів та мікроелементи в хелатованому вигляді [11, 12]. Тверда форма Ризогуміну — це бінарна композиція штамів *B. japonicum* та компоненти вермикомпосту у нестерильному торфі. У дослідях використовували насіння сої сорту Сузір'я. Протруйники та гербіциди не застосовували. Повторність — чотириразова. Площа облікової ділянки — 6 м<sup>2</sup>. Розміщення ділянок — рендомізоване.

Ефективність бобово-ризобіального симбіозу оцінювали за такими показниками: кількість та маса бульбочок, нітрогеназна активність бульбочок, продуктивність рослин. Активність симбіотичної азотфіксації визначали ацетилен-етиленовим методом [13] на газовому хроматографі «Chrom-4» з полум'яно-іонізаційним детектором.

Зміни у «бульбочкових» популяціях ризобій сої, які опосередковано відображають стан ґрунтових угруповань бульбочкових бактерій, оцінювали за допомогою реакції аглютинації із застосуванням специфічних антисироваток (46, M8, KB11, 6346) та гомогенатів бульбочок. Різноманіття бульбочкових бактерій у бульбочках оцінювали за допомогою індексу Шеннона, який розраховували за формулою [14]:

$$H = -\sum P_i \ln P_i,$$

де  $H$  — індекс різноманіття Шеннона;  $P_i$  — відносна рясність  $i$ -го штаму, розрахована як  $n_i/N$ , де  $N$  — загальна кількість бульбочок, утворених різними штамми бульбоч-

кових бактерій сої,  $ni$  — кількість бульбочок, сформованих штамом ризобій певної серогрупи.

Виробничу перевірку було здійснено у ДП «Науковий інноваційно-технологічний центр» Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН (с. Агрономічне Вінницького р-ну Вінницької обл.). Тип ґрунту — сірий лісовий. Сорт сої — Ки-Він. Насіння сої протруювали Вітаваксом 200 ФФ (2,5 л/т) за один тиждень до інокуляції. У день посіву насіння обробляли біопрепаратом Ризоґумін. Система захисту від бур'янів: Харнес (2,2 л/га), у фазу 3-й трійчастий листок — Базагран (1,8 л/га) + Хармоні (7 г/га), через п'ять днів після застосування страхової бакової суміші — гербіцид Пантера (1,6 л/га). Обсяг виробничої перевірки — 12 га.

Статистичну обробку даних здійснювали загальноприйнятими методами із застосуванням комп'ютерних програм Microsoft Office Excel і Statistica 7.0.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відомо, що ефективність біопрепаратів для бобових культур насамперед залежить від їх біоагентів — штамів бульбочкових бактерій. Попередньо у вегетаційних та польових дослідах нами проведено скринінг перспективних штамів ризобій сої з цінними агрономічними властивостями. У підсумку, створено бінарну композицію штамів *B. japonicum* 46 + *B. japonicum* KB11, які належать до різних генетичних груп (USDA 6 і USDA 123 відповідно) і у функціональному аспекті взаємодоповнюють та підсилюють дію один одного (синергічний ефект), що надає їм змогу повніше реалізувати свій симбіотичний потенціал [15].

Ефективність бінарної композиції штамів *B. japonicum* 46 + *B. japonicum* KB11 як основи розроблених у ІСМАВ мікробних препаратів Ризобіфіт та Ризоґумін вивчали в серії польових дослідів у ґрунтово-кліматичних умовах Полісся України.

Дослідження засвідчили, що впродовж трьох років на коренях рослин сої контрольованого варіанта (без інокуляції) утворювались численні бульбочки (10,8–

23,5 од./рослину), ініційовані представниками місцевих популяцій специфічних бульбочкових бактерій (табл. 1).

На фоні ґрунтової ризобіальної мікробіоти використання біопрепаратів Ризобіфіт та Ризоґумін сприяло інтенсифікації процесу бульбочкоутворення. У варіантах із торфовими формами препаратів кількість бульбочок збільшувалась на 4,3–15,1% (залежно від фази розвитку рослин) порівняно з обробкою насіння рідкими препаратами. Помітнішою ця різниця була у фазу наливу бобів. У середньому за три роки максимальне формування бульбочок (43,2 од./рослину) зафіксовано за інокуляції сої бінарною композицією штамів *B. japonicum* 46 + *B. japonicum* KB11 у складі торфової форми Ризоґуміну.

Важливим показником симбіотичної взаємодії бульбочкових бактерій і бобових рослин, який має тісні кореляційні зв'язки із продуктивністю культури, є маса бульбочок. Уже на початкових етапах онтогенезу рослин (фаза стеблування) у варіантах із обробкою сої різними формами Ризобіфіту та Ризоґуміну цей показник був у 2,1–2,6 раза вищим, ніж у контрольному варіанті. Найвищі значення маси бульбочок зафіксовано у фазу наливу бобів за інокуляції насіння рідкою та торфовою формами Ризоґуміну (1,19 та 1,25 г/рослину відповідно).

Використання бінарної композиції штамів *B. japonicum* у складі біопрепаратів сприяло активізації симбіотичної азотфіксації порівняно із контролем (у 1,5–2,8 раза). Максимальний рівень фіксації молекулярного азоту відзначено у фазі цвітіння та наливу бобів за обробки насіння сої Ризоґуміном (20,56–23,47 мгк N/рослину за 1 год). Загалом, цей біопрепарат забезпечував істотне підвищення нітрогеназної активності бульбочок порівняно із Ризобіфітом — на 6,3–24,5% (залежно від фази розвитку рослин та форми біопрепарату), що може бути обумовлено наявністю у його складі біологічно активних речовин природного походження та їх безпосередньою дією на рослини сої, а також мікросимбіонтів. У попередніх дослідженнях нами обґрунтовано, що метаболіти бульбочкових

Таблиця 1

**Вплив обробки насіння сої сорту Сузір'я різними формами біопрепаратів на основі бінарної композиції штамів *V. jarrowii* на симбіотичні показники (польові досліді, середнє за 2015–2017 рр.)**

Варіанти досліду	Кількість бульбочок			Маса бульбочок			Активність азотфіксації		
	од./рослину	% до контролю	% до Ризобофїту	г/рослину	% до контролю	% до Ризобофїту	мгг N/ рослину за 1 год	% до контролю	% до Ризобофїту
<i>Стеблцвання</i>									
Без обробки (контроль)	10,78	100,0	–	0,07	100,0	–	3,07	100,0	–
Ризобофїт (рідка форма)	18,83	174,7	100,0	0,16	228,6	100,0	6,19	201,6	100,0
Ризогумїн (рідка форма)	19,17	177,8	101,8	0,16	228,6	100,0	6,58	214,3	106,3
Ризобофїт (торфова форма)	20,64	191,5	100,0	0,15	214,3	100,0	5,67	184,7	100,0
Ризогумїн (торфова форма)	20,00	185,5	96,9	0,18	257,1	120,0	7,02	228,7	123,8
<i>Цвітіння</i>									
Без обробки (контроль)	15,53	100,0	–	0,40	100,0	–	8,43	100,0	–
Ризобофїт (рідка форма)	24,36	156,9	100,0	0,73	182,5	100,0	16,52	195,7	100,0
Ризогумїн (рідка форма)	27,64	178,0	113,5	0,75	187,5	102,7	20,56	243,9	124,5
Ризобофїт (торфова форма)	26,45	170,3	100,0	0,75	187,5	100,0	19,40	230,1	100,0
Ризогумїн (торфова форма)	30,14	194,1	114,0	0,82	205,0	109,3	23,47	278,4	121,0
<i>Налив бобів</i>									
Без обробки (контроль)	23,47	100,0	–	0,67	100,0	–	12,62	100,0	–
Ризобофїт (рідка форма)	30,92	131,7	100,0	1,06	158,2	100,0	18,95	150,2	100,0
Ризогумїн (рідка форма)	38,08	162,2	123,2	1,19	177,6	112,3	20,90	165,6	110,3
Ризобофїт (торфова форма)	35,58	151,6	100,0	1,07	159,7	100,0	20,32	161,0	100,0
Ризогумїн (торфова форма)	43,17	183,9	121,3	1,25	186,6	116,8	23,39	185,3	115,1

бактерій також позитивно впливають не лише на рослину-господаря, але і на представників ґрунтових популяцій ризобій, підвищуючи їх симбіотичну активність [15].

Як відомо, взаємозв'язки інтродукованих у ґрунт мікроорганізмів із резидентною мікробіотою є складними та різноманітними (нейтралізм, симбіоз, конкуренція, антагонізм тощо). Характер взаємодії представників мікробного ценозу між собою, а також із навколишнім природним середовищем визначає екологічну нішу, яку займає кожен вид мікроорганізмів [16]. Так, від здатності штамів-інокулянтів конкурувати з представниками ґрунтових популяцій бульбочкових бактерій значною мірою

залежить ефективність біопрепаратів для сої. Тому наступним етапом нашої роботи було вивчити структуру бульбочкових популяцій ризобій сої та оцінити вплив біоагентів досліджуваних препаратів на місцеві угруповання специфічних мікросимбіонтів.

За результатами серологічного аналізу бульбочок сої в контрольних варіантах встановлено, що ґрунтові популяції специфічних бульбочкових бактерій є гетерогенними та різняться залежно від року досліджень. До їх складу входять повільно- та інтенсивнорослі штами, що належать до двох — чотирьох серологічних груп: 46, М8, КВ11, 6346 (табл. 2). У бульбочках сої ви-

Таблиця 2

**Частка штамів *B. japonicum* у бульбочках сої за використання різних форм препаратів (польові досліди, 2015–2017 рр.)**

Варіанти дослідю	Частка штамів ризобій сої у бульбочках, %					Індекс Шеннона (H)
	46	М8	КВ11	6346	Інші*	
<i>2015</i>						
Без обробки (контроль)	14,58	10,42	60,42	0	14,58	1,10
Ризобофіт (рідка форма)	33,33	14,58	43,75	0	8,33	1,22
Ризогумін (рідка форма)	39,58	14,58	27,08	0	18,75	1,31
Ризобофіт (торфова форма)	31,25	10,42	45,83	0	12,50	1,22
Ризогумін (торфова форма)	29,17	12,50	37,50	0	20,83	1,31
<i>2016</i>						
Без обробки (контроль)	4,17	2,08	68,75	4,17	20,83	0,93
Ризобофіт (рідка форма)	45,83	0	41,67	0	12,50	0,98
Ризогумін (рідка форма)	29,17	4,17	41,67	0	25,00	1,20
Ризобофіт (торфова форма)	31,25	4,17	47,92	10,42	6,25	1,26
Ризогумін (торфова форма)	35,42	0	35,42	8,33	20,83	1,27
<i>2017</i>						
Без обробки (контроль)	27,08	0	58,33	0	14,58	0,95
Ризобофіт (рідка форма)	45,83	0	43,75	0	10,42	0,96
Ризогумін (рідка форма)	39,58	0	35,42	0	25,00	1,08
Ризобофіт (торфова форма)	37,50	0	43,75	0	18,75	1,05
Ризогумін (торфова форма)	39,58	0	39,58	0	20,83	1,06

Примітка: \* — бульбочкові бактерії сої, не віднесені до відомих серогруп.

явлено також ризобії, не віднесені до відомих серогруп, частка яких варіює у межах 14,6–20,8%. Домінуючими мікросимбіонтами сої впродовж трьох років експерименту були інтенсивнорослі бульбочкові бактерії серогрупи KB11 (58,3–68,8% бульбочок). Раніше нами було доведено, що ці штами належать до генетичної групи USDA 123 і характеризуються підвищеною сапрофітною компетентністю (приживаністю у ґрунті) [7].

На фоні ґрунтових популяцій ризобій сої використання бінарної композиції штамів *B. japonicum* 46 + *B. japonicum* KB11 спричиняло істотні зміни у структурі місцевих угруповань бульбочкових бактерій. За обробки насіння сої як Ризобіофітом, так і Ризогуміном спостерігалось зростання у бульбочках частки повільнорослого штаму-інокулянту *B. japonicum* 46 від 4,2–27,1 до 29,2–45,8%. Натомість, внаслідок перегруповання ризобій у бульбочкових популяціях частка інтенсивнорослого штаму *B. japonicum* KB11 зменшувалась від 58,3–68,8 (у контрольному варіанті) до 27,1–47,9% (за інокуляції).

Місцеві бульбочкові бактерії сої також займали свою екологічну нішу, утворюючи азотфіксувальні бульбочки на коренях рослин. Слід зауважити, що використання Ризобіофіту спричиняло зменшення, порівняно з контролем, кількості бульбочок, сформованих ризобіями невизначених серологічних груп. Проте у варіантах із комплексним біопрепаратом Ризогумін їх частка у бульбочках була на рівні контролю або дещо вищою. На нашу думку, це також може бути обумовлено наявністю у складі досліджуваного препарату біологічно активних речовин, які позитивно впливають на нодуляційну здатність представників ризобіальних угруповань ґрунту.

Аналіз отриманих даних засвідчив, що за певних умов штамми-інокулянти можуть повністю витіснити із бульбочкових популяцій ризобії, які містяться в агроценозі у мінорних кількостях. Свідченням цього є те, що у варіантах з інокуляцією насіння Ризобіофітом та Ризогуміном (2016 р.) місцеві бульбочкові бактерії серогруп M8

та 634б не були спроможними утворювати бульбочки.

Загалом, використання бінарної композиції штамів *B. japonicum* різних генетичних груп надало змогу провести корекцію складу ризобіальних угруповань ґрунту. Інокуляція сприяла рівномірнішому розподілу мікросимбіонтів у бульбочках порівняно із контрольним варіантом. Різкого домінування певних штамів у популяціях не спостерігалось, а сформовані симбіотичні системи були більш збалансованими. Про це свідчать значення індексу різноманіття Шеннона (у середньому за 3 роки): за використання торфової форми Ризобіофіту  $H = 1,18$  та обох форм Ризогуміну —  $H = 1,20–1,21$ . У контрольному варіанті (без інокуляції)  $H = 0,99$ .

Інтегральним показником ефективності бактеризації насіння є отриманий урожай. Встановлено, що на фоні гетерогенних популяцій бульбочкових бактерій досліджувані біопрепарати забезпечували вірогідне підвищення врожайності сої сорту Сузір'я на 18–28% порівняно з контролем (табл. 3). Найефективнішим упродовж трьох років експерименту виявилось застосування торфової форми Ризогуміну. У цьому варіанті врожайність сої була на 7–9% вищою порівняно з використанням обох форм Ризобіофіту.

Важливою умовою впровадження біоагентів мікробних препаратів у виробництво є їх перевірка в існуючих технологіях вирощування бобової культури за використання гербіцидів та хімічних засобів захисту рослин від хвороб і шкідників. Ефективність Ризогуміну на основі бінарної композиції штамів *B. japonicum* вивчали у виробничому досліді із соєю в зоні Центрального Лісостепу України (ДП «Науковий інноваційно-технологічний центр» Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН).

Встановлено, що за наявності у ґрунті місцевої популяції бульбочкових бактерій сої бактеризація насіння рослин сорту КиВін сприяла підвищенню продуктивності культури на 35% порівняно з контролем (без інокуляції).



**Вплив обробки насіння сої сорту Сузір'я різними формами біопрепаратів  
на основі бінарної композиції штамів *B japonicum* 46 + *B japonicum* KB11  
на продуктивність рослин (польові досліді, 2015–2017 рр.)**

Варіанти досліді	Урожайність зерна, т/га				Приріст урожаю	
	2015	2016	2017	Середнє	т/га	%
Без обробки (контроль)	2,05	2,75	2,38	2,39	–	100
Ризобофіт (рідка форма)	2,40	3,23	2,81	2,81	+0,42	118
Ризогумін (рідка форма)	2,54	3,38	2,89	2,94	+0,55	123
Ризобофіт (торфова форма)	2,45	3,21	2,89	2,85	+0,46	119
Ризогумін (торфова форма)	2,56	3,53	3,08	3,06	+0,67	128
НІР <sub>05</sub>	0,20	0,21	0,19			

### ВИСНОВКИ

Використання бінарної композиції штамів *B. japonicum* 46 + *B. japonicum* KB11 як основи мікробних препаратів Ризобофіт та Ризогумін є ефективним прийомом у технологіях вирощування сої. Поєднання у біопрепаратах двох штамів *B. japonicum* різних генетичних груп та інтродукція їх у агроценози дає змогу здійснити корекцію ризобіальних угруповань ґрунту. Обробка насіння сої композицією штамів забезпечує формування збалансованих симбіотичних систем без істотного домінування інтродукованих та місцевих ризобій у бульбочках. Такий прийом надає можливість інтенсифікувати процес бульбочкоутворення,

підвищити рівень симбіотичної азотфіксації, збільшити врожайність культури на 18–35% порівняно з контролем (без інокуляції). Найефективнішим за різних ґрунтово-кліматичних умов виявилось застосування торфової форми комплексного біопрепарату Ризогумін.

Подальше вивчення поєданого використання штамів *B. japonicum* різних генетичних груп надасть змогу глибше розкрити особливості формування і функціонування ефективних симбіотичних систем та розробити оптимальну стратегію застосування мікробних препаратів на основі кількох штамів бульбочкових бактерій.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобильный симбиоз / [С.Я. Коць, В.В. Моргун, В.Ф. Патыка и др.]. – Т. 2. – К.: Логос, 2011. – 523 с.
2. Спайнк Г. *Rhizobiaceae*. Молекулярная биология бактерий, взаимодействующих с растениями / [Г. Спайнк, А. Кондороши, П. Хукас]; пер. с англ. И.А. Тихоновича, Н.А. Проворова. – СПб.: Бионт, 2002. – 558 с.
3. Толкачев Н.З. Потенциальные возможности симбиотической азотфиксации при выращивании сои на юге Украины / Н.З. Толкачев // Микробиол. журн. – 1997. – Т. 59, № 4. – С. 34–41.
4. Патица В.П. Вплив аборигенних популяцій бульбочкових бактерій сої на симбіотичну активність інтродукованого штаму *Bradyrhizobium japonicum* 6346 / В.П. Патица, Д.В. Крутило, Т.М. Ковалевська // Микробиол. журн. – 2004. – Т. 66, № 3. – С. 14–21.
5. Біологічна різноманітність бульбочкових бактерій сої в ґрунтах України / Д.В. Крутило, О.В. Надкернична, Т.М. Ковалевська, В.П. Патица // Микробиол. журн. – 2008. – Т. 70, № 6. – С. 27–34.
6. Krutylo D.V. Genotypic analysis of nodule bacteria nodulating soybean in soils of Ukraine / D.V. Krutylo, V.S. Zotov // Russian Journal of Genetics: Applied Research. – 2015. – Vol. 5, Issue 2. – P. 102–109.
7. Штам бульбочкових бактерій сої з підвищеною сапрофітною компетентністю як основа біопрепаратів / Д.В. Крутило, М.А. Ушакова, С.І. Колісник та ін. // Корми і кормовиробництво. – 2015. – Вип. 80. – С. 59–65.

8. Сытников Д.М. Биотехнология микроорганизмов-азотфиксаторов и перспективы применения препаратов на их основе / Д.М. Сытников // Биотехнология. — 2012. — Т. 5, № 4. — С. 34–45.
9. Злотников А.К. Взаимосвязь нитрогеназной активности, устойчивости и относительного содержания компонентов смешанных культур диазотрофных бактерий / А.К. Злотников, О.Б. Глаголева, М.М. Умаров // Микробиология. — 1997. — Т. 66, № 6. — С. 807–812.
10. Masciarelli O. A new PGPR co-inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* enhances soybean nodulation / O. Masciarelli, A. Llanes, V. Luna // Microbiol. Res. — 2014. — Vol. 169, No. 8. — P. 609–615.
11. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / [В.В. Волкогон, А.С. Зарішняк, І.В. Гриник та ін.]; за наук. ред. В.В. Волкогона. — К.: Аграр. наука, 2011. — 156 с.
12. Комок М.С. Оптимізація вмісту фітогормонів у біопрепараті комплексної дії Ризогуміні / М.С. Комок, С.Б. Дімова, В.В. Волкогон // Сільськогосподарська мікробіологія. — 2010. — Вип. 12. — С. 27–37.
13. The acetylene-ethylene assay for N<sub>2</sub>-fixation: Laboratory and field evaluation / R.W.F. Hardy, R.D. Holsten, E.K. Jackson, R.C. Burns // Plant Physiol. — 1968. — Vol. 43, No. 8. — P. 1185–1207.
14. Pielou E.C. Ecological diversity and its measurement / E.C. Pielou // An Introduction to Mathematical Ecology. — New York: Wiley Interscience. John Wiley & Sons, 1969. — P. 221–235.
15. Крутило Д.В. Формування симбіотичної системи сої за впливу штамів *Bradyrhizobium japonicum* — продуцентів речовин фітогормональної дії / Д.В. Крутило, Н.О. Леонова, Г.О. Іутинська // Агроекологічний журнал. — 2017. — № 3. — С. 138–147.
16. Екологія мікроорганізмів: Посібник / [В.П. Патики, Т.Г. Омелянець, І.В. Гриник, В.Ф. Петриченко]; за ред. В.П. Патики. — К.: Основа, 2007. — 192 с.

## REFERENCES

1. Kots, S.Ya., Morgun, V.V., Patyka, V.F., Malichenko, S.M., Mamenko, P.M., Kiriziy, D.A., Mykhalkiv, L.M., Beregovenko, S.K., Melnykova, N.M. (2011). *Biologicheskaya fiksatsiya azota: bobovorizobialnyj simbioz [Biological nitrogen fixation: legume-rhizobial symbiosis]*. (Vol. 2). Kyiv: Logos [in Russian].
2. Spaink, H.P., Kondorosi, A., Hooykaas, P. (2002). *Rhizobiaceae. Molekulyarnaya biologiya bakterij, vzaimodejstvuyushih s rasteniyami [The Rhizobiaceae: Molecular biology of model plant-associated bacteria]*. (A. Tikhonovich, N.A. Provorov, Trans.) — St. Petersburg: Biont [in Russian].
3. Tolkachov, N.Z. (1997). Potencialnye vozmozhnosti simbioticheskoy azotifikatsii pri vyrashivanii soi na yuge Ukrainy [Potentialities of soybean symbiotic nitrogen fixation in the south of Ukraine]. *Mikrobiologichnyi zhurnal — Microbiological journal*, 59, 4, 34–41 [in Russian].
4. Patyka, V.P., Krutylo, D.V., Kovalevska T.M. (2004). Vplyv aboryhenykh populatsii bulbochkovykh bakterii soi na symbiotychnu aktyvnist introdukovanohto shtamu *Bradyrhizobium japonicum* 634b [Natural populations of nodule bacteria of soybean and their influence on symbiotic activity of introduction strain *Bradyrhizobium japonicum* 634b]. *Mikrobiologichnyi zhurnal — Microbiological journal*, 66, 3, 14 – 21 [in Ukrainian].
5. Krutylo, D.V., Nadkernychna, O.V., Kovalevska, T.M., Patyka, V.P. (2008). Biolohichna riznomanitnist bulbochkovykh bakterii soi v gruntakh Ukrainy [Biodiversity soybean rhizobia in soils of Ukraine]. *Mikrobiologichnyi zhurnal — Microbiological journal*, 70, 6, 27–34 [in Ukrainian].
6. Krutylo, D.V., Zotov, V.S. (2015). Genotypic analysis of nodule bacteria nodulating soybean in soils of Ukraine. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 5, 2, 102–109 [in English].
7. Krutylo, D.V., Ushakova, M.A., Kolesnik, S.I., Ivanyuk, S.V., Kobak, S.Y. (2015). Shtam bulbochkovykh bakterii soi z pidvyshchenoiu saprofitnoiu kompetentnistiu yak osnova biopreparativ [Strain of soybean nodule bacteria having high saprophytic competence as the basis of biopreparations]. *Kormy i kormovyrobnytstvo — Feeds and Feed Productions*, 80, 59–65 [in Ukrainian].
8. Sytnikov, D.M. (2012). Biotehnologiya mikroorganizmiv — azotifikatorov i perspektivy primenyeniya preparatov na ih osnovе [Biotechnology of microbial nitrogen fixers and future trends of their preparations applications]. *Biotekhnohohiia — Biotechnology*, 5, 4, 34–45 [in Russian].
9. Zlotnikov, A.K., Glagoleva, O.B., Umarov, M.M. (1997). Vzaimosv'yaz nитrogenaznoy aktivnosti, ustoychivosti i otnositel'nogo soderzhaniya komponentov smeshannykh kultur diazotrofnyykh bakteriy [Interrelation of nitrogenase activity, stability and relative contents of components of mixed cultures of diazotrophic bacteria]. *Mikrobiologiya — Microbiology*, 66, 6, 807–812 [in Russian].
10. Masciarelli, O., Llanes, A., Luna, V. (2014). A new PGPR co-inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* enhances soybean nodulation. *Microbiological Research*, 169, 8, 609–615 [in English].
11. Volkohon, V.V., Zarishnyak, A.S., Grinik, I.V. et al. (2011). *Metodohohiia i praktyka vykorystannia mikrobynykh preparativ u tekhnolohiakh vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur [Methodology and practice of the use of microbial preparations in technologies of growing of agricultural crops]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
12. Komok, M.S., Dimova, S.B., Volkogon, V.V. (2010). Optymizatsiia vmistu fitohormoniv u biopreparati kompleksnoi dii Ryzohumini [Optimization of phytohormones contents in complex biopreparation Rhizohumin]. *Selskohozyaystvennaya biologiya*

- ya — *Agricultural biology*, 12, 27–37 [in Ukrainian].
13. Hardy, R.W.F., Holsten, R.D., Jackson, E.K., Burns, R.C. (1968). The acetylene-ethylene assay for N<sub>2</sub>-fixation: Laboratory and field evaluation. *Plant Physiology*, 43, 8, 1185–1207 [in English].
  14. Pielou, E.C. (1969). *Ecological diversity and its measurement*. In *An Introduction to Mathematical Ecology*. New York: Wiley Interscience. John Wiley & Sons [in English].
  15. Krutylo, D.V., Leonova, N.O., Iutynska, G.O. (2017). Formuvannia symbiotychnoi systemy soi za vplyvu shtamiv *Bradyrhizobium japonicum* — productsentiv rechovyn fitohormonalnoi dii [Soybean symbiotic system formation under influence of *Bradyrhizobium japonicum* strains which produce the substances with phytohormonal action]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 3, 138–147 [in Ukrainian].
  16. Patyka, V.P., Omelyanets, T.G., Grinik, I.V., Petrynenko, V.F. (2007). *Ekolohiia mikroorhanizmiv: posibnyk [Ecology of microorganisms: manual]*. Kyiv: Osnova [in Ukrainian].

УДК 581.522.4+581.95(477.5)

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛІЗОВАНИХ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН

Т.Л. Шевченко, Л.А. Глущенко

*Дослідна станція лікарських рослин ІАП НААН*

*Досліджено особливості процесів натуралізації деяких лікарських видів-інтродуцентів. На прикладі трьох видів лікарських рослин із різним ступенем натуралізації — *Glaucium flavum* Crantz, *Nepeta grandiflora* Vieb. *Echinops sphaerocephalus* L. викладено результати багаторічних екологічних та морфометричних досліджень, а також доведено можливість використання лікарської рослинної сировини натуралізованих видів для потреб фармацевтичних підприємств. Уміст біологічно активних речовин у сировині досліджуваних видів відповідає нормативним вимогам і не залежить від умов зростання (для *Glaucium flavum* уміст глауцину — 1,2%, *Nepeta grandiflora* — ефірної олії 0,24, *Echinops shaerocephalus* — нативного алкалоїду 1,5%).*

**Ключові слова:** інтродукція, натуралізація, ектопи, лікарські рослини, біологічно активні речовини.

У світі зростає попит на натуральні лікувальні засоби, продукти безпечного харчування, косметичку з природної сировини, зокрема з лікарських рослин. Розширення сфер застосування лікарської рослинної сировини, зокрема для створення нових ефективних лікарських засобів рослинного походження, має проводитися у комплексі з оцінкою сировинної бази та природоохоронними заходами.

Останніми роками стан використання природних рослинних ресурсів України, у т.ч. лікарських рослин, характеризується як кризовий. Зважаючи на зміни погодних умов, техногенні забруднення, перевипас і

ущільнення ґрунту, розорювання земель, їх осушення тощо, значно скоротилися площі з цінними дикорослими видами, зменшилася продуктивність їх заростей та знизилася якість фітосировини. До того ж інтенсивна експлуатація природних запасів загострює проблеми, зумовлені невиснажливим використанням та економічною доцільністю проведення заготівель лікарської рослинної сировини в природних умовах.

Альтернативним шляхом формування сировинної бази для потреб економіки, що широко використовується у всьому світі, є культивування цінних видів рослин як місцевої, так і адвентивної флори.

Інтродукція рослин — це один з методів вивчення та збереження видів за межами їх природних місць зростання, спосіб задово-

лення різних матеріальних потреб людини, розширення культивених ареалів рослин. Багаторічні спостереження за інтродукованими рослинами дають змогу встановити їх адаптаційні можливості, поліморфізм, фенотипічну мінливість, порівняти близькі види, вивчити характер онтогенезу та закономірності сезонних ритмів розвитку тощо [1].

Водночас необґрунтована та спонтанна інтродукція може негативно впливати на екосистеми. Особливо чутливими до впливу рослинних інвазій є нестійкі системи, серед яких найбільш уразливі — агроландшафти. Тому нині невідкладним завданням є збереження біорізноманіття, розробка теоретичних принципів і механізмів підтримки стійкості агроекосистем для безпечного їх збагачення новими цінними видами та раціонального використання натуралізованих видів-інтродуцентів [2, 3].

Одні з них швидко зникають, так і не пристосувавшись до нових умов, інші починають активно поширюватися. Більшість дослідників вважають адвентизацію флори небажаним явищем, яке слід суворо контролювати. Проте існує й інша думка, що нетипові адвентивні види є захисною реакцією флори на шкідливий вплив цивілізації, своєрідною реакцією відповіді, яку проявляє середовище в місцях виникнення антропогенних «уражень» рослинного покриву [4].

Наукові дискусії з цього питання обумовлюють необхідність вивчення особливостей життєвих стратегій адвентивних рослин. Розширення знань в цьому напрямі має не лише важливе теоретичне і наукове значення, але й надає цінну інформацію для потреб економіки. Серед питань теоретичного характеру слід виокремити такі, як вивчення особливостей поширення видів, адаптація до умов нових екоотопів, формування вторинних ареалів, взаємодія з аборигенними видами, формування спонтанної флори тощо. Мета дослідження — встановити доцільність використання фармацевтичними підприємствами рослинної сировини натуралізованих лікарських видів за якісними показниками.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2008–2018 рр. на базі Дослідної станції лікарських рослин ІАП НААН (ДСЛР) та території Лубенського р-ну Полтавської обл.

Використовували методики для оцінки стану та зростання популяцій лікарських рослин-інтродуцентів, що натуралізувалися. Під час проведення робіт з їх обліку особливу увагу приділяли територіям, розміщеним у зоні постійного антропогенного навантаження — поблизу доріг, у межах населених пунктів, забруднених промисловими та побутовими відходами, а також типовим природним та агроландшафтам.

У роботі використовували класичний порівняльний морфолого-еколого-географічний метод дослідження шляхом проведення маршрутно-флористичного обстеження та обліків забур'яненості сівозмін з польовою документацією матеріалу і збором гербарних зразків [5]. Були використані також методики дослідження адвентивних, рудеральних та сегетальних рослин [6, 7].

Аналізи сировини щодо придатності використання для фармацевтичних потреб та на вміст діючих речовин проводили у відділі екології та фармакогнозії ДСЛР згідно з чинними стандартами і вимогами [8].

Для дослідження екологічних особливостей та якісних показників рослинної сировини натуралізованих лікарських видів нами обрано 3 види лікарських рослин з різним ступенем натуралізації — *Glaucium flavum*, *Nepeta grandiflora* та *Echinops sphaerocephalus*.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За останні десятиліття в Україні були проведені дослідження з інтродукції цінних видів, які впроваджено у виробництво. Зокрема, розроблено прийому вирощування лікарських рослин аборигенної флори: *Glaucium flavum* Crantz, *Inula helenium* L., *Rhodiola rosea* L., *Silybum marianum* (L.) Gaerth, *Helichrysum arenarium* L., *Astragalus dasyanthus* Pall. і адвентивної: *Datisca cannabina* L., *Ammi majus* L., *Desmodium canadense* DC, *Dioscorea nipponica* Makino, *Rhaponticum*

*carthamoides* (Willd.) Lijn та ін. Роботи в цьому напрямі активно проводяться всіма ботанічними закладами країни [9, 10]. Упродовж 10 років нами були проведені системні спостереження за 15 лікарськими видами-інтродуцентами у межах земель ДСЛР та на певних ділянках території Лубенського р-ну Полтавської обл.

Як правило, рослини потрапляють до різних за умовами екоотопів, на їх ріст і розвиток визначальний вплив мають як антропогенні, так і природні чинники. Результати підтвердили, що адвентивні рослини у природних екоотопах трапляються доволі рідко. Їх виявляють лише на територіях з порушеним рослинним покривом — на відкритих піщаних ділянках, на берегах річок і балок, у місцях зсувів ґрунту, вздовж доріг, після випалів, на пасовищних збоях тощо. За таких умов значно розселяються *Erigeron canadensis* L., *Oenothera biennis* L., *Solidago canadensis* L. та деякі інші адвентивні види, які часто є домінантами рудеральних угруповань і можуть проявляти інвазійність.

Вивчення еколого-ценотичних особливостей інтродуцентів, що натуралізувалися в природні та штучні ценози, свідчить, що найчастіше натуралізація відбувається в межах рудеральних екоотопів.

Таким є мачок жовтий (*Glaucium flavum*) — дворічна трав'яниста рослина родини макових (*Papaveraceae*) заввишки 20–70 см із сизо-зеленим забарвленням. Корінь — стрижневий, стебло розгалужене, голе. Стеблові листки — яйцеподібні, виймчасто-лопатові, густо опушені. Прикореневі листки — ланцетні, голі; всі листки є цупкими, шкірястими. Квітки — поодинокі, правильні, лимонно-жовтого кольору. Плід — стручковидна коробочка завдовжки 15–25 см. Вид трапляється поодинокі або невеликими групами на кам'янистих схилах Чорноморського узбережжя Криму, Кавказу, Таманського півострова. Запаси сировини цього виду у природних угрупованнях не зафіксовано, вид внесено до Червоної книги України, і тому не може бути об'єктом для промислових заготівель сировини.

Потреба у сировині *G. flavum* є значною, з мачку жовтого виділено алкалоїд глауцин, що виявляє виразну гіпотензивну, спазмолітичну, а також незначну знеболувальну дію і входить до складу протикашльових препаратів, зокрема такого як Бронхолітин. Дія препарату є подібною до дії кодеїну, але глауцин — нетоксичний, не тамує дихання, не спричиняє наркотичних станів, тому особливо придатний у педіатрії.

Інтродукційне вивчення мачку жовтого в ДСЛР проводили впродовж 1997–2003 рр. Перші натуралізовані екземпляри досліджували з 2001 р. Упродовж 2004–2014 рр. постійно виявляли нові локалітети виду — від одиничних екземплярів до оселищ площею 1,0–1,5 м<sup>2</sup>, які налічували десятки рослин. За ступенем натуралізації вид можна віднести до ефемерофітів — рослини цього виду час від часу з'являються і зникають у місцях, максимально наближених до їх первинного локалітету. Нестійкість у місцях занесення пояснюється тим, що за межами ареалу рослини не можуть швидко адаптуватися до умов існування, повторна їх поява є наслідком нового занесення.

Вид котяча м'ята великоквіткова (*Nepeeta grandiflora*) — багаторічна трав'яниста рослина родини губоцвітих (*Lamiaceae*). Стебло — чотиригранне, прямостояче, в період цвітіння висота рослин сягає 130–170 см. Листки — супротивні довгочерешкові. Квітки — неправильні, в кільцях, що утворюють густе циліндричне суцвіття, віночок — двогубий, фіолетово-синій. Цвіте у червні — серпні. Плід — чотири однонасінних перикарпії, досягають у серпні — вересні.

Рослина зростає у Центральній Європі і Азії. Місця концентрації — лісові галявини, луки у субальпійському поясі гір. В Україні зрідка трапляється лише у степовій зоні.

Надземна частина рослини містить ефірну олію, стероїди, дубильні речовини. У медицині *N. grandiflora* використовують як відхаркувальний засіб.

Інтродукційне дослідження котячої м'яти великоквіткової в ДСЛР проводили в 2006–2011 рр. За ступенем натуралізації

її можна віднести до колонофітів — видів, які добре пристосовані до нових умов існування і постійно активно плодоносять. Більшість локалітетів виявлено у рудеральних екотопах. Було відзначено постійне збільшення площі локалітетів з 1,0–2,0 до 6,0–8,0 м<sup>2</sup>. Проте через слабку конкуренцію виду збільшення площі локалітетів спостерігається лише у місцях первинного занесення завдяки насінневному відновленню, але не поширюється за їх межі.

Останній із досліджуваних видів — головатень круглоголовий (*Echinops shaerocephalus*) — багаторічна трав'яниста рослина родини айстрових (*Asteracea*). Головатень круглоголовий має пряме, розгалужене вгорі стебло заввишки 50–150 см. Верхні листки мають клейкі залозки на зовнішньому боці, зісподу вони сіруватоповстисті; стеблові — яйцеподібно-ланцетні, перисторозсічені, з видовженими або трикутно-ланцетними, здебільшого загостреними частками, які закінчуються шипиками. Квітки — двостатеві, трубчасті, білувато-голубуваті, з темно-блакитними пелюками, в одноквіткових кошиках, які утворюють кулясті голівки. Плід — сім'янка. Цвіте у червні — липні.

Рослина зростає на Північному Кавказі, у Центральній Азії і Західному Сибірі, зрідка — у степових районах України, суцільних заростей не формує.

Використовується як лікарська, декоративна, медоносна, кормова рослина. Алкалоїд ехінопсин, що міститься в насінні, має збуджувальну дію на центральну нервову систему, тонізує діяльність серця, підвищує артеріальний тиск, активізує периферичну нервову систему, підвищує тонус м'язів судин, послаблює головний біль, усуває втомлюваність, загальну слабкість, відновлює сон і апетит. За збільшення дози препарат сприяє зниженню артеріального тиску, але спричиняє судоми.

У ДСЛР головатень круглоголовий досліджується з 1964 р. Завдяки екологічній пластичності вид активно розселяється. За ступенем натуралізації — колонофіт. Більшість виявлених локалітетів зафіксовано у межах рудеральних екотопів, зрідка

трапляється на полях, присадибних ділянках, також відзначено його проникнення до гемінатуральних екотопів. За роки спостережень площі локалітетів *E. sphaerocephalus* значно збільшилися — з 3,0–12,0 до 24,0–48,0 м<sup>2</sup>. Крім того, спостерігається майже повне витіснення аборигенної рослинності в оселищах.

Вивчення представників видів у створених умовах культивування та натуралізованих екземплярів надало змогу порівняти їх морфометричні та біохімічні параметри (табл.).

Так, вказані лікарські рослини з різним ступенем натуралізації формують сировину, яка хоч і має незначні відмінності за вмістом біологічно-активних сполук, однак повністю відповідає нормативним вимогам (табл.).

За результатами 10-річних досліджень встановлено, що біометричні показники натуралізованих рослин не відрізнялися від аналогічних показників рослин, вирощених на ділянках колекції або в полях, зокрема за висотою та врожайністю сировини. Важливими показниками оцінки адаптації до умов зростання є зимостійкість та посухостійкість. Натуралізовані рослини мають такі самі, а іноді й вищі показники зимостійкості та посухостійкості, тому можуть слугувати цінним вихідним матеріалом для селекційної роботи.

Слід наголосити, що за роки спостереження достовірних морфометричних відмінностей між рослинами одного виду, відібраними в різних екотопах, не було виявлено. Спостерігалось варіювання значень таких морфометричних показників, як висота рослин, довжина суцвіть, що відбувалося винятково під впливом погодних умов, проте зміна кількісних показників (кількість пагонів, кількість квіток у суцвіттях) залежала, переважно, від віку рослини.

Вивчення ритмів росту і розвитку рослин, що зростають в різних екотопах, зокрема тривалості масового цвітіння як періоду максимального накопичення діючих речовин, засвідчило незначні відхилення, що не впливають на якість фармацевтичної сировини. Порівняння сезонних рит-

Таблиця

## Порівняльна оцінка культиварів та натуралізованих представників лікарських рослин

Критерії оцінки	<i>Glaucium flavum</i>		<i>Nepeta grandiflora</i>		<i>Echinops sphaerocephalus</i>	
	культивар	природні	культивар	природні	культивар	природні
Висота рослин, см	61,0±0,4	55,1±0,5	168,0±3,3	163,2±4,2	186,5±2,1	186,0±3,2
Зимостійкість, бали	5	6	6	7	8	9
Посухостійкість, бали	8	7	8	8	8	9
Урожайність сировини, ц/га	29,0	23,0	31,0	27,0	10,8	10,2
Вміст діючих речовин, %*	1,3	1,2	0,26	0,24	1,6	1,5

*Примітка:* \*вміст діючих речовин: для *Glaucium flavum* – глауцину не менше 1%; *Nepeta grandiflora* – ефірної олії не менше 0,2; *Echinops sphaerocephalus* – нативного алкалоїду не менше 1%.

мів росту і розвитку у створених умовах культури та натуралізованих екземплярів також не виявило істотних відмінностей, а якість сировини за товарознавчими характеристиками та за вмістом діючих речовин майже не відрізнялася і повністю відповідала нормативним вимогам.

## ВИСНОВКИ

Вивчення екологічних і морфометричних особливостей натуралізованих у природні та штучні фітоценози інтродуцентів свідчить, що найчастіше лікарські рослини-інтродуценти заселяють рудеральні екотопи.

Доведено перспективність використання лікарської рослинної сировини натуралізованих *Glaucium flavum*, *Nepeta grandiflora*, *Echinops sphaerocephalus* для фармацевтичних підприємств, що повністю відповідає нормативним вимогам і не залежить від умов зростання видів-інтродуцентів.

Натуралізовані рослини мають такі самі, а іноді й вищі показники зимостійкості та посухостійкості порівняно з культиварами тієї самої систематичної одиниці, тому можуть слугувати цінним вихідним матеріалом для селекційної роботи з вказаними видами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Методичні аспекти моніторингу недревних рослинних ресурсів / В.М. Мінарченко, І.А. Тимченко, Л.А. Глущенко, Л.М. Сивоглаз // Агроекологічний журнал. – 2008. – № 3. – С. 32–36.
2. Шевчук Н.М. Лекарственные растения – засорители сельскохозяйственных угодий / Н.М. Шевчук, Т.Л. Шевченко // Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы: Матер. I Междуна. научн. конф. (Новосибирск, 21–22 мая 2013 г.) / Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2013. – С. 108–109.
3. Шевченко Т.Л. Заходи контролю поширення інвазійно-небезпечних інтродуцентів як напрямок збереження біорізноманіття / Т.Л. Шевченко, Л.А. Глущенко, Л.М. Сивоглаз // Біорізноманіття: теорія, практика та методичні аспекти вивчення в загальноосвітній та вищій школі: Матер. Всеукр. наук.-практ. конф., присвяченій 100-річчю від дня народження Д.С. Івашина. – Полтава: Друкарська майстерня, 2012. – С. 75–77.
4. Протопопова В.В. Адвентивні рослини Лісостепу та Степу України / В.В. Протопопова // Укр. ботан. журн. – 1965. – Т. 20, № 1. – С. 29–30.
5. Протопопова В.В. Фітоінвазії. Аналіз основних термінів / В.В. Протопопова, М.В. Шевера // Пром. ботаніка. – 2005. – Вип. 5. – С. 55–60.
6. Протопопова В.В. Фітоінвазії II. Аналіз основних класифікацій, схем і моделей / В.В. Протопопова, М.В. Шевера // Пром. ботаніка. – 2012. – Вип. 12. – С. 88–95.

7. *Sunik-Wojcikowska B.* Słownik z zakresu synantopizacji szaty roślinnej / B. Sunik-Wojcikowska, B. Kurniewska. — Warszawa: Wydaw. Uniwersytetu Warszawskiego, 1988. — 93 s.
8. Державна Фармакопея України: Доповнення 1. — 1-е вид. — Х.: Науково-експертний фармакопейний центр, 2004. — 520 с.
9. *Устименко О.В.* Значення наукової діяльності Дослідної станції лікарських рослин у формуванні,

становленні і розвитку лікарського рослинництва / О.В. Устименко, Л.А. Глущенко, Н.І. Куценко // Агроекологічний журнал. — 2016. — № 2. — С. 29–39.

10. Нові кормові, пряно смакові та овочеві інтродуценти в Лісостепу і Поліссі України / Д.Б. Ракхметов, Н.О. Стадничук, О.А. Корабльова та ін. — К.: Фітосоціоцентр, 2004. — 162 с.

## REFERENCES

1. Minarchenko, V.M., Tymchenko, I.A., Hlushchenko, L.A. & Syvohlaz, L.M. (2008). Metodichni aspekty monitoryngu nederevnykh roslynnykh resursiv [Methodological aspects of monitoring non-vegetable plant resources]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 3, 32–36 [in Ukrainian].
2. Shevchuk, N.M. & Shevchenko, T.L. (2013). Lekarstvennye rasteniya — zasoriteli selskokhozyaystvennykh ugodiy [Medicinal plants — sweeteners of agricultural land]. Proceedings from Lekarstvennye rasteniya: fundamentalnye i prikladnye problemy '13: *Mezhdunarodnaya nauchnaia konferentsiia (21–22 maya 2013 goda) — International Scientific (pp. 108–109). Novosibirsk NGAU [in Russian].*
3. Shevchenko, T.L., Hlushchenko, L.A. & Syvohlaz, L.M. (2012). Zakhody kontroliu poshyrennia invaziino-nebezpechnykh introdutsentiv yak napriamok zberezhennia bioriznomanittia [Measures to control the spread of invasive and dangerous introduced as a direction of biodiversity conservation]. Proceedings from Bioriznomanittia: teoriia, praktyka ta metodichni aspekty vyvchennia v zahalnoosvitnii ta vyshchii shkoli '12: *Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia (prysoiachuietsia 100-richchiu vid dnia narodzh. D.S. Ivashyna, botanika, florysta, ekoloha) (2012 goda) — All-Ukrainian sciences-practice. conference (pp. 75–77). Poltava: Drukarska maisternia [in Ukrainian].*
4. Protopopova, V.V. (1965). Adventyvnii roslyny Lisostepu ta Stepu [Adventures of the Forest-Steppe and Steppe of Ukraine]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal — Ukrainian Botanical Journal*, 20, 1, 29–30 [in Ukrainian].
5. Protopopova, V.V., Shevera, M.V. (2005). Fitoinvazii. Analiz osnovnykh terminiv [Phytoinvasions Analysis of key terms]. *Promyslova botanika — Industrial botany*, 5, 55–60 [in Ukrainian].
6. Protopopova, V.V. & Shevera, M.V. (2012). Fitoinvazii II. Analiz osnovnykh klasyfikatsii, skhem i modelei [Phyto-invasion II. Analysis of basic classifications, schemes and models]. *Promyslova botanika — Industrial botany*, 12, 88–95 [in Ukrainian].
7. Sunik-Wojcikowska, B. & Kurniewska, B. (1988). *Słownik z zakresu synantopizacji szaty roślinnej [A dictionary in the field of synantopization of plant cover]. Warszawa: Wydaw. Uniwersytetu Warszawskiego [in Polish].*
8. *Derzhavna farmakopeia Ukrainy [State Pharmacopoeia of Ukraine]. (2004). Kharkiv: Naukovo-ekspertnyi farmakopeinyi tsentr [in Ukrainian].*
9. Ustymenko, O.V., Hlushchenko, L.A. & Kutsenko, N.I. (2016). Znachennia naukovoii diialnosti Doslidnoi stantsii likarskykh roslyn u formuvanni, stanovleni i rozvytku likarskoho roslynnytstva [Value of scientific activity of the Experimental Station of medicinal plants in the formation, formation and development of medicinal plant growing]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 29–39 [in Ukrainian].
10. Rakhmetov, D.B., Stadnychuk, N.O. & Korablova, O.A. et al. (2004). *Novi kormovi, priano smakovi ta ovochevi introdutsenty v Lisostepu i Polissi Ukrainy [New feed, spice-flavored and vegetable introducts in Forest-steppe and Polissya Ukraine]. Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].*



## МІКРОБІОМ ҐРУНТУ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН ЗА РІЗНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ

Л.Ю. Симочко<sup>1</sup>, О.С. Дем'янюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

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

Досліджено мікробіом ґрунту культурних рослин *Capsicum annuum*, *Vitis vinifera*, *Rubus idaeus* L., *Petroselinum crispum*, які вирощували в умовах закритого і відкритого ґрунту, та визначено таксономічну структуру угруповань мікроорганізмів із використанням біохімічних маркерів. Проведено скринінг умовно-патогенних і патогенних мікроорганізмів, наявних у ґрунтовому мікробіомі рослин, що володіють множинною антибіотикорезистентністю. Загалом, виділено і протестовано 64 ізоляти. Представників анаеробної мікробіоти, що володіють множинною антибіотикорезистентністю, виділено із закритого ґрунту агроценозу малини: *Clostridium perfringens* (стійкий до еритроміцину, кліндаміцину, тетрацикліну, рифампіцину, амоксициліну; помірно чутливий до метронідазолу і чутливий до ванкомицину), *Clostridium oedematiens* (помірно чутливий до амоксициліну і ванкомицину), *Clostridium difficile* (чутливий лише до метронідазолу). Із відкритого ґрунту агроценозу перцю виділено *Clostridium perfringens* з множинною антибіотикорезистентністю. Значну кількість аеробних мікроорганізмів із множинною антибіотикорезистентністю виділено із закритого ґрунту агроценозу малини (*Enterobacter cloacae*, *Enterococcus faecalis*, *Hafnia alvei*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus mycoides*, *Pseudomonas aeruginosa*) і петрушки (*Bacillus mycoides*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enterica*, *Enterococcus faecalis*). В агроценозі малини і петрушки, що культивуються в умовах закритого ґрунту, виявлено найпоширеніших антибіотикорезистентних представників аеробної і анаеробної мікробіоти.

**Ключові слова:** мікробіом, ґрунт, агроєкосистема, антибіотикорезистентність, мікроорганізми, агротехнології.

Ґрунт є основним визначальним природним самовідновлювальним ресурсом, середовищем, у якому формується біологічне різноманіття живих організмів [1, 2]. Важливою складовою біому ґрунту є мікробіота, значення якої залежить від активної участі в метаболізмі органічних речовин і трансформації біогенних елементів, що забезпечують функціонування інших трофічних ланцюгів біоценозу [3]. Взаємодія між рослинами і мікроорганізмами — динамічний процес, у якому важливе значення відіграє коренева система рослин [4, 5]. Відомо, що виділення рослин впливають на формування ґрунтового мікробіому та його функції, чисельність різних еколого-трофічних і фізіологічних груп мікроорганізмів та їх видове різноманіття. Кількісний і якісний склад мікроорганізмів у ґрунті залежить від низки чинників, серед яких важливу функцію виконують ґрунтово-кліматичні умови і агротехнічні заходи [3, 6, 7].

У традиційному сільському господарстві за систематичного використання мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин у ґрунті агроценозів можуть виникати сайд-ефекти: зміна структури мікробіому, зниження його диверзитності, порушення функціональних параметрів [8, 9]. Внесення гною як органічного добрива у ґрунт, з одного боку, покращує його родючість, сприяє збільшенню продуктивності культурних рослин, а з іншого, — може бути джерелом поширення антибіотикорезистентних мікроорганізмів, які становлять небезпеку не лише для навколишнього природного середовища, а також є потужним чинником ризику для здоров'я людини. Це зумовлено тим, що у

У традиційному сільському господарстві за систематичного використання мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин у ґрунті агроценозів можуть виникати сайд-ефекти: зміна структури мікробіому, зниження його диверзитності, порушення функціональних параметрів [8, 9]. Внесення гною як органічного добрива у ґрунт, з одного боку, покращує його родючість, сприяє збільшенню продуктивності культурних рослин, а з іншого, — може бути джерелом поширення антибіотикорезистентних мікроорганізмів, які становлять небезпеку не лише для навколишнього природного середовища, а також є потужним чинником ризику для здоров'я людини. Це зумовлено тим, що у

агроекологічних господарствах тваринницького напрямку широко використовуються антибіотики з лікувальною і профілактичною метою. Сучасні антибіотики характеризуються тривалим періодом напіврозпаду, а потрапляючи в організм тварин, вони лише частково метаболізуються в печінці (30–60% введеної дози), виводяться разом із фекаліями і сечею та потрапляють у довкілля. Крім того, внаслідок високої швидкості розмноження, значної біомаси та адаптаційних можливостей мікроорганізми ґрунту набувають антибіотикорезистентних властивостей. Мікроорганізми, що особливо небезпечно, є векторами горизонтальної і вертикальної передачі генів антибіотикорезистентності у навколишньому природному середовищі [10, 11]. Тому важливим аспектом дослідження мікробіому ґрунту є не лише визначення його функціональних параметрів і таксономічних характеристик, а й верифікація на наявність антибіотикорезистентних мікроорганізмів.

Метою нашої роботи було дослідити мікробіом ґрунту агроценозу культурних рослин *Capsicum annuum*, *Vitis vinifera*, *Rubus idaeus* L., *Petroselinum crispum*, які вирощували у відкритому та закритому ґрунті.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили в ДВНЗ «Ужгородський національний університет»: Науково-дослідному навчальному центрі «Молекулярної мікробіології та імунології слизових оболонок», лабораторії моніторингу водних і наземних екосистем. Об'єктом досліджень були зразки ґрунту, відібрані в агрогосподарствах на території Ужгородського р-ну, що вирощують сільськогосподарські культури у закритому і відкритому ґрунті. Тип ґрунту – дерново-підзолистий з умістом гумусу (за Тюрнімом) – 1,47%, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 1,7 мг/100 г, обмінного калію (за Масловою) – 12,2 мг/100 г ґрунту,  $pH_{\text{сол}}$  3,6, гідролітична кислотність – 2,6 мг-екв/100 г ґрунту.

У дослідженнях використовували види рослин, які характеризуються високим умістом біологічно активних речовин

і використовуються у харчовому раціоні людини, у т.ч. без термічної обробки, а саме: перець солодкий (*Capsicum annuum*), петрушка кучерява (*Petroselinum crispum*), виноград справжній (*Vitis vinifera*), малина звичайна (*Rubus idaeus* L.).

Мікробіологічні дослідження проводили за загальноприйнятими методиками [12, 13] із використанням серійних розведень ґрунтового суспензії і подальшим висівом на тверді поживні середовища: м'ясопептонний агар (МПА), середовище Сабуро, середовище Ендо, голодний агар (ГА), середовище Вільсона – Блера, вісмут сульфід агар (ВСА). Виділення домінуючих бактерій здійснювали за культурально-морфологічними властивостями. Ідентифікацію штамів мікроорганізмів проводили за схемою: фарбування за Грамом та мікроскопія; виділення чистої культури; висів чистої культури на хромогенне середовище; біохімічна ідентифікація за допомогою біохімічних напівавтоматичних тест-систем API (Biomérieux, Франція), ENTERO і ANAERO (Lachema, Чеська Республіка).

Верифікацію антибіотикорезистентності ізолятів здійснювали диско-дифузійним методом Кірбі–Бауера з використанням середовища Мюллера–Хінтона [14] згідно з методикою EUCAST (EUCAST Clinical Breakpoint Table V 2.0, valid from 01.01.2012). Для тестування аеробної і анаеробної мікробіоти було використано антибіотики, наведені в таблиці 1.

Біологічну активність ґрунту визначали за показником емісії діоксиду карбону ( $CO_2$ ) методом В. Штатнова [12].

Статистичний аналіз експериментальних даних проводили у програмах Statistica 8.0 і Excel 2010.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати досліджень мікробіому ґрунту культурних рослин продемонстрували значну диференціацію чисельності мікроорганізмів основних еколого-трофічних і фізіологічних груп залежно від агротехнологій та виду рослин (табл. 2). Чисельність амоніфікаторів і спорових бактерій була на порядок вищою в технології вирощування

Таблиця 1

**Перелік антибіотиків для визначення антибіотикорезистентності**

Аеробні мікроорганізми		Анаеробні мікроорганізми	
Назва	Міжнародна назва/ концентрація	Назва	Міжнародна назва/ концентрація
Цефотаксим	CE <sup>10</sup>	Ванкоміцин	VA <sup>30</sup>
Гентаміцин	GEN <sup>10</sup>	Метронідазол	MT <sup>5</sup>
Ципрофлоксацин	CIP <sup>5</sup>	Ріфампіцин	RIF <sup>5</sup>
Ампіцилін	AMP <sup>10</sup>	Амоксицилін	AMX <sup>10</sup>
Доксициклін	DO <sup>30</sup>	Тетрациклін	TE <sup>30</sup>
Амоксицилін	AMX <sup>10</sup>	Кліндаміцин	CD <sup>2</sup>
Ванкоміцин	VA <sup>30</sup>	Еритроміцин	E <sup>15</sup>

Таблиця 2

**Склад і чисельність угруповань ґрунтових мікроорганізмів під різними рослинами (КЮО/ г ґрунту)**

Культура	Амоніфікатори × 10 <sup>6</sup>	Спорові мікроорганізми × 10 <sup>6</sup>	Міксоміцети × 10 <sup>3</sup>	Стрептоміцети × 10 <sup>3</sup>	Мікроорганізми, що засвоюють мінеральні форми Нітрогену × 10 <sup>4</sup>	Анаероби × 10 <sup>3</sup>	Аеробні нітрогенфіксуючі бактерії, %	Анаеробні нітрогенфіксуючі бактерії × 10 <sup>3</sup>	Оліготрофи × 10 <sup>6</sup>	Олігонітрофіли × 10 <sup>4</sup>	E. coli × 10 <sup>3</sup>
<i>Відкритий ґрунт</i>											
Перець солодкий	0,36	0,16	4,56	0,96	3,75	1,65	77,50	15,25	5,35	2,05	14,24
Петрушка кучерява	0,34	0,31	0,53	1,54	2,50	6,75	43,65	1,15	9,77	15,61	28,50
Виноград справжній	0,27	0,38	3,12	1,21	2,05	1,25	25,35	2,54	6,78	8,94	5,53
Малина звичайна	0,22	0,27	1,50	0,78	1,56	37,20	42,50	4,32	7,45	3,21	4,00
<i>Закритий ґрунт</i>											
Перець солодкий	1,55	0,45	5,10	1,89	21,50	2,96	89,45	30,73	2,67	0,95	2,95
Петрушка кучерява	1,67	0,79	5,84	3,42	4,75	11,65	52,50	3,28	4,91	8,37	3,85
Виноград справжній	1,26	2,05	7,50	3,04	6,25	3,55	47,50	8,29	2,37	3,63	2,65
Малина звичайна	1,21	2,23	2,18	2,45	3,50	86,25	58,60	6,78	3,33	1,78	2,50
НІР <sub>05</sub>	0,21	0,13	0,24	0,33	0,52	0,26	2,45	0,85	1,18	1,67	0,78

культур в умовах закритого ґрунту порівняно з відкритим ґрунтом. Чисельність амоніфікаторів і спорових бактерій варіювала у межах 1,67–1,21 і 0,79–2,23 млн КУО/г ґрунту відповідно; чисельність стрептоміцетів у закритому ґрунті була в середньому на 85% вищою, ніж у відкритому.

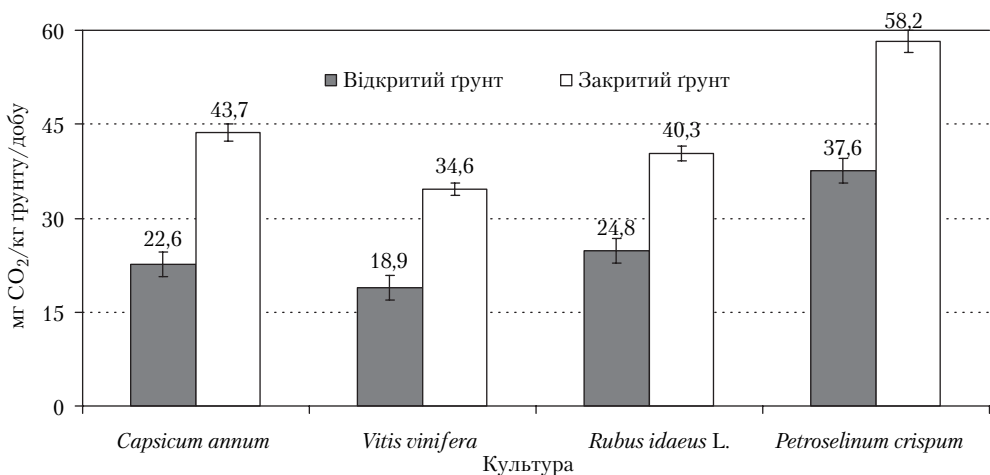
Слід зауважити, що у закритому ґрунті активніше відбувався процес азотофіксування, що підтверджується кількісними показниками вмісту аеробної і анаеробної нітрогенфіксуючої мікробіоти. У відкритому ґрунті чисельність оліготрофної мікробіоти була вищою, ніж у закритому, що обумовлено сезонною динамікою угруповань мікроорганізмів. Найбільшу кількість спорових бактерій виділено із закритого ґрунту, де вирощували виноград і малину, чисельність цих мікроорганізмів становила 2,05 і 2,23 млн КУО/г ґрунту відповідно, що в середньому у 8 разів більше, ніж у відкритому ґрунті.

Еколого-санітарний стан ґрунту агрофітоценозів петрушки і перцю характеризується як незадовільний, оскільки у ньому було виявлено значний уміст *E. coli* з перевищенням санітарних норм. На це слід звернути особливу увагу, оскільки продукція споживається без термічної обробки і може спричинити отруєння організму людини.

Біологічні властивості ґрунтів безпосередньо залежать від біорізноманіття мікроорганізмів ґрунту та функціонування різних еколого-трофічних груп. Окрім того, мікроорганізми можуть бути використані як індикатори екологічного стану ґрунту. Це дає можливість визначати наявність контамінантів, які впливають на показники біологічної активності. Одним із функціональних параметрів, який характеризує активність мікробіоти ґрунту, є інтенсивність виділення діоксиду карбону. Результати досліджень засвідчили, що активність мікроорганізмів у закритому ґрунті, в середньому, є на 75% вищою, ніж у відкритому (рис.). Таке явище обумовлено температурним режимом, який підтримується на відповідному рівні в умовах закритого ґрунту.

Активність мікробіоти ґрунту як у технології відкритого, так і закритого ґрунту залежала від виду культурних рослин. Високий рівень виділення  $\text{CO}_2$  з ґрунту відзначено у ґрунті агроценозу петрушки (*Petroselinum crispum*) і перцю (*Capsicum annuum*), що зумовлено також і впливом екзаметаболітів цих рослин.

Сучасні агроєкосистеми є джерелом поширення патогенних і умовно-патогенних антибіотикорезистентних мікроорганізмів, що спричинено інтенсифікацією викорис-



Інтенсивність емісії діоксиду карбону з ґрунту залежно від культури і агротехнології

тання антибактеріальних препаратів у сільському господарстві, зокрема тваринництві. Встановлено, що драйверами резистентності мікроорганізмів у агроєкосистемах можуть бути не лише антибіотики, але й біоциди, важкі метали, гени тощо. Нині в Україні не існує оновлених об'єктивних систематизованих даних щодо стану антибіотикорезистентності мікроорганізмів у ґрунті.

Резистентність мікроорганізмів до антибіотиків може бути природною і набутою. Природна стійкість є постійною видовою ознакою мікроорганізмів, вона відома, легко прогнозується і тривалий час залишається без змін. Натомість набута резистентність мікроорганізмів становить значну проблему, і прогнозувати її наслідки доволі складно. Основною особливістю набутої резистентності є її непрогнозована зміна впродовж певного періоду. Чинники виникнення і швидке розповсюдження резистентності мікроорганізмів на сьогодні повністю не визначено. Антибіотикорезистентні організми виявляють у воді, ґрунті, звідки вони далі мігрують трофічними ланцюгами і потрапляють в організм теплокровних тварин та людини. Спостерігаються і зворотні вектори поширення антибіотикорезистентності.

Застосування антибіотиків у тваринництві спричиняє поширення їх у навколишньому природному середовищі, зокрема в агроєкосистемах із використанням гною як органічного добрива. Тому подальші наші дослідження було спрямовано на виявлення, верифікацію та ідентифікацію антибіотикорезистентних мікроорганізмів у ґрунті досліджуваних агроєкосистем. Загалом, було виділено і протестовано 64 ізоляти за низкою антибіотиків (табл. 1). Представників анаеробної мікробіоти, що володіють множинною антибіотикорезистентністю, було виділено із закритого ґрунту, де культивується малина: *Clostridium perfringens* (стійкий до еритроміцину, кліндаміцину, тетрацикліну, рифампіцину, амоксициліну; помірно чутливий до метронідазолу і чутливий до ванкоміцину), *Clostridium oedematiens* (помірно чутливий до амокси-

циліну і ванкоміцину), *Clostridium difficile* (чутливий лише до метронідазолу).

З відкритого ґрунту агроценозу перцю було виділено *Clostridium perfringens* з множинною антибіотикорезистентністю. Мікроорганізм виявився чутливим лише до ванкоміцину.

Найбільшу кількість аеробних мікроорганізмів із множинною антибіотикорезистентністю виділено із закритого ґрунту, де вирощується малина (*Enterobacter cloacae*, *Enterococcus faecalis*, *Hafnia alvei*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus mycoides*, *Pseudomonas aeruginosa*) і петрушка (*Bacillus mycoides*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* (чутливий до гентаміцину і ампіциліну), *Staphylococcus epidermidis* (чутливий до доксицикліну, помірно чутливий до гентаміцину), *Bacillus cereus*, *Salmonella enterica*, *Enterococcus faecalis*). Виділені мікроорганізми роду *Bacillus* були чутливими лише до ванкоміцину та гентаміцину і проявили резистентність до амоксицикліну, доксицикліну, ампіциліну, ципрофлоксацину і цефотаксиму.

Отже, агроєкосистеми є джерелом поширення патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів, що володіють множинною антибіотикорезистентністю і становлять небезпеку для здоров'я людини.

## ВИСНОВКИ

Встановлено, що вирощування культурних рослин *Capsicum annuum*, *Vitis vinifera*, *Rubus idaeus* L., *Petroselinum crispum* у закритому та відкритому ґрунті має значний вплив на мікробіом ґрунту і його функціональні параметри. Найвищий рівень інтенсивності виділення діоксиду карбону спостерігалось в агроценозах перцю і петрушки у закритому ґрунті — 43,7 і 58,2 мг CO<sub>2</sub>/кг ґрунту відповідно. В усіх досліджуваних агроценозах відкритого ґрунту емісія діоксиду карбону була нижчою — в середньому на 75%, ніж у закритому. Чисельність амоніфікаторів і спорових бактерій була вищою в закритому ґрунті, ніж у відкритому, а їх кількість варіювала у межах 1,67–1,21 і 2,23–0,79 млн КУО/г ґрунту відповідно. Чисельність стрептомі-

цетів у закритому ґрунті була в середньому на 85% вищою, ніж у відкритому.

Верифікація мікробіому ґрунту на наявність антибіотикорезистентних мікроорганізмів засвідчила, що найпоширенішими вони були у закритому ґрунті. Значну кількість аеробних мікроорганізмів, що володіють множинною антибіотикорезистент-

ністю, було виділено із закритого ґрунту агроценозу малини (*Enterobacter cloacae*, *Enterococcus faecalis*, *Hafnia alvei*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus mycoides*, *Pseudomonas aeruginosa*) і петрушки (*Bacillus mycoides*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enterica*, *Enterococcus faecalis*).

## ЛІТЕРАТУРА

1. 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.
2. Симочко Л.Ю. Біологічна активність ґрунту природних та антропогенних екосистем в умовах низинної частини Закарпаття / Л.Ю. Симочко // Науковий Вісник Ужгородського університету. — 2008. — № 22. — С. 152–54. (Серія: Біологія).
3. Патица В.П. Мікробіологічний моніторинг ґрунту природних та трансформованих екосистем Закарпаття України / В.П. Патица, Л.Ю. Симочко // Мікробіологічний журнал. — 2013. — Т. 75, № 2. — С. 21–31.
4. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms / H.P. Bais, T.L. Weir, L.G. Perry et al. // Annu Rev Plant Biol. — 2006. — Vol. 57. — P. 233–266.
5. Linking soil microbial communities and ecosystem functioning. / T.C. Balser, A.P. Kinzig, S.W. Pacala, D. Tilman // The functional consequences of biodiversity: Empirical progress and theoretical extensions. Princeton University Press, Princeton, 2002. — P. 265–293.
6. Dimkpa C. Plant-rhizobacteria interactions alleviate abiotic stress conditions / C. Dimkpa, T. Weinand, F. Asch // Plant Cell Environ. — 2009. — Vol. 32. — P. 1682–1694.
7. Berg G. Plant species and soil type cooperatively shape the structure and function of microbial communities in the rhizosphere / G. Berg, K. Smalla // FEMS Microbiol Ecol. — 2009. — Vol. 68. — С. 1–13.
8. Organic agriculture promotes evenness and natural pest control / D.W. Crowder, T.D. Northfield, M.R. Strand, W.E. Snyder // Nature. — 2010. — Vol. 466. — С. 109–112.
9. Krauss J. Decreased functional diversity and biological pest control in conventional compared to organic crop fields [Електронний ресурс] / J. Krauss, I. Gallenberger, I. Steffan-Dewenter // PLoS. — 2011. — Vol. 6 (5). — Режим доступу: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0019502>
10. Martínez J.-L. Natural antibiotic resistance and contamination by antibiotic resistance determinants: The two ages in the evolution of resistance to antimicrobials / J.-L. Martínez // Front. Microbiol. — 2012. — Vol. 3. — P. 338–346.
11. Симочко Л.Ю. Антибіотикорезистентні мікроорганізми в агроекосистемах як чинник ризику для здоров'я людини / Л.Ю. Симочко // Агроекологічний журнал. — 2017. — № 2. — С. 201–204.
12. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Л.М. Токмакова та ін.; за ред. В.В. Волкогона. — К.: Аграрна наука, 2010. — 464 с.
13. Goldman E. Practical Handbook of Microbiology / E. Goldman, L. Green. — Third Edition. Boca Raton: CRC Press, 2015. — 1055 p.
14. Bjorkman J. The cost of antibiotic resistance from a bacterial perspective / J. Bjorkman, D. I. Andersson // Drug Resist Updat. — 2000. — Vol. 3. — P. 237–245.

## REFERENCES

1. Demyanyuk, O.S., Symochko, L.Yu., Tertychna, O.V. (2017). Suchasni metodychni pidkhody do otsynuvannya ekolohichnoho stanu gruntu za aktyvnistyu mikrobiotsenuzu [Modern methodical approaches to evaluation the ecological condition of soil by microbial activity]. *Pytannya bioindykatsiyi ta ekolohiyi — Problems of Bioindications and Ecology*, 22 (1), 55–68 [in Ukrainian].
2. Symochko, L.Yu. (2008). Biolohichna aktyvnist hruntu pryrodnykh ta antropohennykh ekosystem v umovakh nyzynnoyi chastyny Zakarpattya [Soil biological activity of natural and anthropogenic ecosystems in the lower part of Transcarpathia]. *Naukovyy Visnyk Uzhhorodskoho Universytetu — Scientific Bulletin of Uzhgorod University*, 22, 152–154 [in Ukrainian].
3. Patyka, V.P., Symochko, L.Yu. (2013). Mikrobiolohichnyy monitorynh gruntu pryrodnykh ta transformovanykh ekosystem Zakarpattya Ukrainy [Soil microbiological monitoring of natural and transformed ecosystems in the Transcarpathian region of Ukraine]. *Mikrobiolohichnyi zhurnal — Microbiological Journal*, 75 (2), 21–31 [in Ukrainian].
4. Bais, H.P., Weir, T.L., Perry, L.G., Gilroy, S., Vivanco, J.M. (2006). The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annu Rev Plant Biol*, 57, 233–266 [in English].

5. Balsler, T.C., Kinzig, A.P., Firestone, M.K. (2002). *Linking soil microbial communities and ecosystem functioning*. The functional consequences of biodiversity: Empirical progress and theoretical extensions. Princeton University Press, Princeton [in English].
6. Dimkpa, C., Weinand, T., Asch, F. (2009). Plant-rhizobacteria interactions alleviate abiotic stress conditions. *Plant Cell Environ*, 32, 1682–1694 [in English].
7. Berg, G., Smalla, K. (2009). Plant species and soil type cooperatively shape the structure and function of microbial communities in the rhizosphere. *FEMS Microbiol*, 68, 1–13 [in English].
8. Crowder, D.W., Northfield, T.D., Strand, M.R., Snyder, W.E. (2010). Organic agriculture promotes evenness and natural pest control. *Nature*, 466, 109–112 [in English].
9. Krauss, J., Gallenberger, I., Steffan-Dewenter, I. (2011). Decreased functional diversity and biological pest control in conventional compared to organic crop fields. *PLoS One*, 6 (5). Retrieved from <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0019502> [in English].
10. Martinez, J.-L. (2012). Natural antibiotic resistance and contamination by antibiotic resistance determinants: The two ages in the evolution of resistance to antimicrobials. *Front. Microbiol*, 3, 338–346 [in English].
11. Symochko, L.Yu. (2017). Antybiotykohezystentni mikroorhanizmy v ahroekosystemakh yak chynnyk ryzyku dlya zdorovya lyudyny [Antibiotic resistant microorganisms in agroecosystems as a factor of risk for human health]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological journa*, 2, 201–204 [in Ukrainian].
12. Volkogon, V.V., Nadkernichna, O.V., Tokmako-va, L.M. (2010). *Eksperymentalna hruntova mikrobiologiya: monografiya* [Experimental soil microbiology: monograph]. Kyiv: Agrarna nauka [in Ukrainian].
13. Goldman, E. (Ed.), Green, L. (Ed.) (2015). *Practical Handbook of Microbiology, Third Edition*. Boca Raton: CRC Press [in English].
14. Bjorkman, J., Andersson, D.I. (2000). The cost of antibiotic resistance from a bacterial perspective. *Drug Resist Updat*, 3, 237–245 [in English].

УДК 579.23:578.3

## ПОШИРЕННЯ БАКТЕРІОЗІВ ІНДУКОВАНИХ *ERWINIA AMYLOVORA* У РІЗНИХ ВИДІВ РОСЛИН БІОЦЕНОЗІВ ПОЛІССЯ ЗА УМОВ КОНТАМІНАЦІЇ ЗБУДНИКА БАКТЕРІОФАГОМ

А.А. Бойко<sup>1</sup>, В.О. Цвігун<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

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

*Розглянуто результати досліджень поширення бактеріального захворювання індукованого *Erwinia amylovora*, що є носієм бактеріофагів на груші, айві, гліді, ліщині та інших видах рослин у природних умовах різних кліматичних регіонів Полісся. На основі обстеження наведено детальну оцінку габітусу уражених рослин, рівень якої визначали за їх ростом і розвитком у процесі вегетації. Для цього проаналізовано листя, гілки, плоди та кореневу систему рослин на виявлення патогенів. Запропоновано використання нових мікробіологічних, вірусологічних та екологічних методів з їх діагностики.*

**Ключові слова:** *Erwinia amylovora*, бактеріофаги, біоценоз.

На сучасному етапі розвитку біологічної науки, що передбачає застосування різнобічних технологій в АПК, актуального значення набуває дослідження взаємовідносин патогенів різних таксономічних груп з рослинним організмом. До того ж різка зміна

клімату, антропологічне навантаження на рослинний організм часто непередбачено впливають на властивості патогенів бактеріальної та вірусної природи, які можуть знижувати продуктивність сільськогосподарських культур. Слід зауважити, що за таких умов з'являються нові резистентні «комбінації» хвороб змішаних інфекцій,

© А.А. Бойко, В.О. Цвігун, 2018

які набувають адаптації на нових видах рослин.

Як свідчать дослідження, небезпечним патогеном плодів рослин є *Erwinia amylovora*, що спричиняє опік груші, а нерідко й повне відмирання дерев [1]. Досліджено, що патоген може уражувати й інші види рослин. Важливо, що цей вид бактерії є носієм декількох ізолятів бактеріофагів, які, на нашу думку, викликають певну патологічну функцію у рослин за участю *E. amylovora* [2].

З огляду на вищевикладене, метою наших досліджень було вивчити поширення та шкодочинність хвороби в біоценозах, яку спричиняє *E. amylovora* за умов функціонального впливу на рослини у комплексі з бактеріофагами.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У дослідженнях використовували спеціалізовані мікробіологічні, вірусологічні та екологічні методи. Облік хворих рослин здійснювали на основі загальноприйнятих вибіркового 10-разових повторень з урахуванням візуально здорових та уражених об'єктів: дерев, кущів, насаджень лісових масивів, садів, ползахисних смуг, парків.

Для вирощування бактерій використовували рідкі та агаризовані поживні середовища, останні містили 1,2–1,5% агару, напіврідкі для титрування фагів – 0,4–0,7%

[3]. З метою виявлення збудників комплексної індукції було застосовано експрес-метод [4], який надавав можливість візуалізувати патоген методом електронної мікроскопії в нативному їх стані. Бактерії ідентифікували на основі вимог визначника Берджі. Візуальні обстеження рослин та відбір зразків упродовж червня та жовтня місяців.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За період виконання моніторингових обстежень (2015–2017 рр.) було доведено, що бактеріози, які індукує *Erwinia amylovora*, є значно поширеними на груші, яблуні, айві і гліді. До того ж частка уражених рослин збільшується від північних регіонів до південних. Встановлено, що найбільш ураженими є дерева груші дикої (18–31%) у ползахисних смугах, які є резерватом збудника бактеріального опіку. Явища індукційного процесу за таких умов спостерігалось також у супутніх до груші видів рослин, таких як шипшина, глід, дерева дикої яблуні та частково у ліщини і айви (табл.).

Було встановлено, що характерними та виразними симптомами ураженої бактеріальним опіком груші є некротичне та повне почорніння листової поверхні дерева. Слід наголосити, що максимальне збільшення цих симптомів на рослинах груші індукується в період серпня–жовтня місяців.

### Поширення бактеріального опіку на різних видах рослин у біоценозах

Місце обстеження та відбору зразків рослин	Вид	Симптоми	Частка уражених рослин, %
Ємільчинський р-н Житомирської обл.	Дика груша	Бактеріальний опік	20,3
	Лісові суніці	Некрози (3–5 мм)	5,0
Коростишівський р-н Житомирської обл.	Дика груша	Бактеріальний опік	2,8
	Глід	Всихання верхівок	7,0
Попільнянський р-н Житомирської обл.	Айва дика	Бактеріальний опік Плямисті некрози (3–5 мм)	31,0
смт Чабани, с. Новосілки Кієво-Святошинського р-ну (Ползахисні смуги)	Груша дика	Бактеріальний опік	29,0
	Яблуня	Плямисті некрози (3–5 мм)	30,0
Узбіччя траси Київ – Чернігів	Груша дика Ліщина	Бактеріальний опік, почорніння листя Некрози (3–5 мм)	18,1 1,5



Рослини з високим рівнем ураження часто втрачають функцію плодоношення. Такі симптоми спостерігаються як у дерев дикої груші, так і у селекційних сортів, які культивуються на територіях різної форми власності. Важливо відзначити, що інколи важко диференціювати бактеріальний опік і ямчатість груші, збудником якої, як відомо, є патоген вірусної природи. У процесі дослідження бактеріального опіку нами було встановлено, що від цієї хвороби у рослин з'являється патологія кореневої системи різного рівня складності у вигляді наростів (енацій), формування дрібного відгалуження бічного коріння та його розтріскування.

Зауважимо, що інші види рослин, уражені *E. amylovora*, індукують симптоми, які дещо різняться між собою.

Поряд із тим найхарактернішим початковим «рисунком» на листі у більшості рослин патологічні процеси розпочинаються у вигляді некротичної реакції розміром 3–5 мм. Такі симптоми проявляються за умов інфекційного процесу у рослин яблуні, айви, рідко шипшини та глоду. Часто захворюваність проявляється на плодах рослин, унаслідок чого знижується врожайність, наприклад, у сортових дерев яблуні. Нами встановлено, що в деяких видах рослин збудник опіку дерев ідентифікується за комплексної інфекції, яка часто проявляється разом з ілар-вірусом на яблуні та глоді. Також за виявлення збудника опіку груші разом з бактерією діагностуються її фаги – з розміром головки 75–78 нм. Ці бактеріофаги мають довгий хвостовий відросток, що характерно для їх структури [2]. Додамо, що суниця лісова теж уражується бактерією *E. amylovora*, яка контамінується подібними фагами.

Ці та інші результати досліджень [6–8] дають підстави стверджувати, що бактеріальний опік є небезпечною хворобою як для дерев груші, так і для інших видів рослин. До них слід віднести малину, ожину, кісточкові дерева, яблуні.

Як засвідчили дослідження, поряд із деревними та кущовими рослинами носіями бактеріального опіку часто є трав'яни-

ті види флори, до яких належать щиряца біла (*Amaranthus albus* L.), будяк кучерявий (*Carduus crispus* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), паслін чорний (*Solanum nigrum* L.), шавель скупчений (*Rumex conglomeratus* Murr.), переступень білий (*Bryonia alba* L.). У таких рослин з'являються симптоми у вигляді хлорозно-коричневих плям на листі, всихання та скручування листових пластинок. Підкреслимо, що збудник бактеріального опіку може розповсюджуватись з природних біоценозів на дерева та польові сільськогосподарські культури за різних умов довкілля: комахами-переносниками, нематодами, мікроскопічними грибами та іншими потенційними векторами.

Слід ще раз наголосити, що використання різнопланових досліджень уражених рослин дає можливість виявляти збудники за умов комплексної інфекції (бактерії та їх фаги, мікроскопічні гриби, а також фітовіруси).

Особливу надійність експрес-метод продемонстрував у виявленні патогенів на плодах груші, айви, яблуні, глоду, шипшини, вишні, сливи та під час аналізу молоді кори у рослин.

Крім того, підбір контрастуючих речовин, а також відповідного рівня їх рН надавало можливість виявляти у дослідних об'єктах віруси з різними морфологічними ознаками (ілар-вірус, карлавірус, віруси огіркової мозаїки, вірус тютюнової мозаїки), які спостерігались за використання методу електронно-мікроскопічних досліджень.

Встановлено, що у груші, яблуні та кісточкових видів рослин основними симптомами бактеріозного опіку є почорніння листя та всихання верхівок і бічних гілок. Характерно, що середній ярус рослин часто уражується патогенами змішаної комплексної інфекції. Останніми роками цей складний інфекційний та патологічний процес особливо проявляється в умовах потепління клімату.

На основі отриманих результатів нами встановлено певну закономірність міграції збудника бактеріозного опіку за умов його розповсюдження в спеціалізованих

садах та прилеглих природних екологічних нішах. Встановлено, що на дерева садів бактеріози поширюються від інфікованих рослин полезахисних смуг та бур'янів агроі природних біоценозів.

Отже, бактеріальний опік у рослин потребує сучасних методів діагностики та профілактики в умовах АПК, лісових екосистем, а також під час формування заповідників, парків.

### ВИСНОВКИ

Аналіз результатів досліджень щодо поширення бактеріального опіку різних видів

рослин дає підстави стверджувати, що це захворювання характеризується значним розповсюдженням та високим рівнем шкодочинності.

Останнім часом збудник охоплює не тільки деревні рослини лісових екосистем, а й плодоягідні культури, різноманіття агроценозів, що потребує використання нових нетрадиційних технологій та підходів, які сприятимуть нівелюванню його впливу. До таких технологій слід віднести і фаготерапію, використання біологічних препаратів, розробку нових систем боротьби з потенційними векторами патогенів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин / Р.І. Гвоздяк, Л.А. Пасічник, Л.М. Яковлева та ін.; за ред. В.П. Патики. — К.: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2011. — 444 с.
2. Поливалентность бактериофагов, изолированных из плодовых деревьев, пораженных бактериальным ожогом / Ф.И. Товкач, С.И. Мороз, Н.А. Король та ін. // Мікробіологічний журнал. — 2013. — Т. 75, № 2. — С. 80–88.
3. Миллер Дж. Эксперименты в молекулярной генетике / Дж. Миллер. — М.: Мир, 1976. — 436 с.
4. General method of discovering bacteria, their phages and other pathogens detection in fungi and plants / A. Boiko, Ya. Chabaniuk, O. Boiko et al. // Агроекологічний журнал. — 2017. — № 1. — С. 131–133.
5. Определитель бактерий Берджи / Под ред. Дж. Хоулта и др. — 9-е изд. — М.: Мир, 1997. — 432 с.
6. Микроорганизмы — возбудители болезней растений / [В.И. Билай, Р.И. Гвоздяк, И.Г. Скрипаль и др.]; под ред. В.И. Билай. — К.: Наукова думка, 1988. — 582 с.
7. Virion morphology and structural organization of polyvalent bacteriophages TT10-27 and KEY / I.V. Faidiuk, A.A. Boyko, F.V. Muchnyk, F.I. Tovkach // Мікробіологічний журнал. — 2015. — Т. 77, № 3. — С. 36–46.
8. Гвоздяк Р.І. Епіфітна фаза *Erwinia amylovora* та *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* на бур'янах плодкових садів / Р.І. Гвоздяк, М.І. Лукач // Мікробіологічний журнал. — 2001. — Т. 63, № 3. — С. 43–50.

### REFERENCES

1. Hvozdyak, R.I., Pasichnyk, L.A., Yakovleva, L.M. et al. *Fitopatohenni bakteriyi [Bakterialni khvoroby roslyn]*. V.P. Patyka (Ed). Kyiv: TOV «NVP «Intersevis» [in Ukrainian].
2. Tovkach, F.I., Moros, S.N., Korol, N.A., Faiduk, Y.V., Kushkina, A.I. (2013). Polyvalence of bacteriophages isolated from fruit trees, affected by bacterial fire blight [Polyvalence of bacteriophages isolated from fruit trees, affected by bacterial fire blight]. *Mikrobiolohichnyi zhurnal — Microbiological journal*, 75, 2, 80–88 [in Russian].
3. Miller, D. (1976). *Ekspyrimenty v molekulyarnoy genetike [Ekspyrimenty v molekulyarnoy genetike]*. Moskva [in Russian].
4. Boiko, A., Chabaniuk, Ya., Boiko, O. et al. (2017). General method of discovering bacteria, their phages and other pathogens detection in fungi and plants. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 1, 131–133 [in English].
5. Khoulta, Dzh. (Ed.). (1997). *Opredelytel bakteriyi [The Berjee bacteria determinant]*. Moskva [in Russian].
6. Bilay, V.I., Gvozdyak, R.I., Skripal' I.G. et al. (1988). *Mikroorganizmy — vobzuditeli bolezney rasteniy [Mikroorganizmy — vobzuditeli bolezney rasteniy]*. V.I. Bilay (Ed.). Kyiv: Naukova dumka [in Russian].
7. Faidiuk, I.V., Boyko, A.A., Muchnyk, F.V., Tovkach, F.I. (2015). Virion morphology and structural organization of polyvalent bacteriophages TT10-27 and KEY. *Mikrobiolohichnyi zhurnal — Microbiological journal*, 77, 3, 36–46 [in English].
8. Hvozdyak, R.I., Lukach, M.I. (2001). Epifitna faza *Erwinia amylovora* та *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* на бур'янах плодovykh sadiv [Epiphytic phase of *Erwinia amylovora* and *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* on weed gardens]. *Mikrobiolohichnyi zhurnal — Microbiological journal*, 63, 3, 43–50 [in Ukrainian].

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЛИСТКОВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ НА ТЕМНО-СІРИХ ОПІДЗОЛЕНИХ ҐРУНТАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ\*

М.Л. Тирусь

*Львівський національний аграрний університет*

*Встановлено, що в умовах Західного Лісостепу України на темно-сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах способи основного обробітку ґрунту не мали істотного впливу на динаміку наростання маси рослин цукрових буряків. Листкове підживлення сприяло наростанню маси коренеплоду та асиміляційної поверхні листя. Оптимальним є застосування суміші карбамід  $N_{4,62}$  + сульфат магнію  $Mg_{1,67}$  + мікродобриво Кристалон, що забезпечило найбільшу масу коренеплоду станом на 15 липня — 133–126 г, 15 серпня — 239–233, 15 вересня — 291–299, на момент збирання врожаю — 312–303 г та гички: 221–205, 258–240, 204–203, 178–176 г відповідно.*

**Ключові слова:** цукрові буряки, листкове підживлення, мікродобрива, сульфат магнію, карбамід, урожайність, цукристість.

Цукрові буряки формують основну частину врожаю у ґрунті та є вимогливими до стану орного горизонту. У більшості господарств України за вирощування цукрових буряків здійснюється глибока полицева оранка на 28–32 см [1], оскільки основним призначенням цього технологічного прийому є розпушування ґрунту і загортання в його глибину рослинних решток та насіння бур'янів. Проте розпушування ґрунту не обов'язково здійснювати з обертанням скиби. Сучасні безполицеві робочі органи можуть забезпечити ефективність процесу і навіть на меншій глибині [2]. Обробіток без перевертання скиби і мульчування ґрунту післяживними рештками моделює дерновий (чорноземний) процес у виробничих умовах. Локалізація рослинних решток, кореневих систем і добрив у поверхневому шарі ґрунту є необхідною для забезпечення ґрунтозахисного ефекту [3, 4]. Як вказує В.В. Медведєв [5], в Україні існують всі можливості для широкого впровадження мінімальних технологій обробітку. Найбільше таких земель існує у Лісостепі, дещо менше — у Степу, і найменші площі зосереджуються на Поліссі.

\*Науковий керівник — д-р с.-г. наук, чл.-кор. НААН В.В. Лихочвор.

Цукрові буряки засвоюють поживні речовини впродовж вегетаційного періоду, але більше половини загальної кількості всіх елементів, і особливо азоту, — у першій половині вегетації. Тому саме у цей період, коли інтенсивно діє верхній ярус кореневої системи, необхідно створювати умови для максимального використання рослинами поживних речовин [6]. Особливий вплив на ріст і розвиток рослин цукрових буряків має надходження впродовж вегетації доступних сполук елементів живлення, зокрема мікроелементів. Незважаючи на те, що рослинам для повноцінного розвитку потрібно незначні кількості мікроелементів, їх біологічна роль є доволі важливою. Відповідно до закону мінімуму Лібіха, повноцінний розвиток залежить від того елемента живлення, вміст якого є мінімальним. За даними І.П. Яцука [7], переважна більшість ґрунтів України має належний рівень забезпеченості марганцем, міддю, кобальтом, натомість рухомими формами цинку — незадовільний. Одним із напрямів вирішення питань нестачі чи недоступності мікроелементів у ґрунті є оптимізація живлення цукрових буряків у спосіб листкового внесення водорозчинних видів макро- та мікродобрив у фазі змикання листків у міжряддях [8].

Позакореневе підживлення цукрових буряків водорозчинними макро- та мікро-

добривами сприяє підвищенню інтенсивності поглинання кореневою системою рослин азоту, фосфору та калію із ґрунту та добрив, внесених у ґрунт.

Мета роботи — встановити вплив позакореневого підживлення за різних способів основного обробітку ґрунту на ріст і розвиток рослин цукрових буряків.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В умовах Західного Лісостепу України впродовж 2009–2011 рр. на темно-сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського національного аграрного університету були проведені дослідження способів обробітку ґрунту та впливу листового підживлення на формування продуктивності коренеплодів цукрових буряків.

Наведемо агрохімічну характеристику ґрунту дослідних ділянок: уміст гумусу (за Тюріним) — 2,00% (ДСТУ 4289:2004), рН — 5,98 (ДСТУ ISO 1039:2007), гідролізованого азоту (за Корнфільдом) — 116 мг/кг (ДСТУ 7863:2015), рухомих форм фосфору (за Чиріковим) — 126, калію — 112 (ДСТУ 4115:2002), уміст міді — 1,24 та цинку — 1,08 (за Крупським — Александровою), марганцю (за Пейве — Рінькісом) — 17,0, бору (за Рінькісом) — 0,92, заліза — 132,0 мг/кг (ДСТУ 4362:2004) ґрунту.

Дослід налічував два способи основного обробітку ґрунту: глибоку оранку на 28–30 см (контроль) і мілкий безплужний обробіток на 14–16 см; листове підживлення карбамідом  $N_{4,62}$ ; мікроелементами (Кристалон); сульфатом магнію  $Mg_{1,67}$ ; карбамідом  $N_{4,62}$  + сульфатом магнію  $Mg_{1,67}$ ; мікроелементами + карбамідом  $N_{4,62}$  + сульфатом магнію  $Mg_{1,67}$ .

Листкове підживлення здійснювали у фазі змикання листків у міжряддях. Водні розчини макро- та мікродобрив готували безпосередньо перед їх застосуванням. Позакореневе підживлення рослин здійснювали в ясну (не дощову) погоду у нежаркий час доби при температурі повітря 20–22°C, (у ранковий час — до 10 год або у вечірній — після 18–19 год), коли поживний

розчин, нанесений на листову поверхню рослин цукрових буряків, випаровується значно повільніше.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати наших досліджень свідчать, що підживлення цукрових буряків макро- та мікроелементами позакореневим способом є чинником, який забезпечує посилення ростових процесів у рослинному організмі незалежно від способу основного обробітку ґрунту. У варіантах із застосуванням листового підживлення спостерігалася чітка тенденція інтенсивного наростання маси листя і коренів порівняно з контролем як за традиційної глибокої оранки на 28–30 см, так і за мілкого безплужного обробітку на 14–16 см.

Процеси формування маси коренеплоду та гички впродовж вегетації більшою мірою залежали від фаз росту та розвитку цукрових буряків і майже не залежали від способів обробітку ґрунту. Станом на 15 липня було зафіксовано інтенсивне наростання маси гички. Залежно від способу основного обробітку та листового підживлення, маса гички була більшою від маси коренеплодів у 1,6 раза (табл.)

Зважування рослин у період інтенсивного росту (15 серпня) засвідчило, що у другій половині вегетації маса рослини наростає інтенсивніше. За період 15 липня — 15 серпня відбувся максимальний приріст маси коренеплоду. Станом на 15 серпня маса гички досягла свого максимуму, співвідношення гички до коренеплоду залежно від способу обробітку ґрунту та листового підживлення — у межах 1,0–1,1.

Проведення обліку 15 вересня свідчить, що співвідношення між гичкою та коренеплодом залежно від способу обробітку ґрунту та листового підживлення — у межах 0,7. Істотної різниці за показниками залежно від обробітку ґрунту не було зафіксовано, рослини розвивались приблизно на одному рівні.

На час збирання врожаю відношення гички до коренеплодів залежно від способів основного обробітку та досліджуваних видів листового підживлення було най-

**Динаміка наростання маси рослин, коренеплодів та гички цукрових буряків  
залежно від способу обробітку ґрунту, рівнів удобрення та листкового підживлення  
(середнє за 2009–2011 рр.)**

Листкове підживлення	Загальна маса рослини, г		Маса коренеплоду, г		Маса гички, г	
	Мілкий обробіток на 14–16 см	Оранка на 28–30 см	Мілкий обробіток на 14–16 см	Оранка на 28–30 см	Мілкий обробіток на 14–16 см	Оранка на 28–30 см
<i>На 15 липня</i>						
Контроль	302	284	116	108	186	176
Карбамід N <sub>4,62</sub>	337	316	127	120	210	196
Мікроелементи	315	292	119	111	196	181
Сульфат магнію Mg <sub>1,67</sub>	326	300	123	114	203	186
Карбамід N <sub>4,62</sub> + сульфат магнію Mg <sub>1,67</sub>	339	323	128	123	211	200
Мікроелементи + карбамід N <sub>4,62</sub> + сульфат магнію Mg <sub>1,67</sub>	354	331	133	126	221	205
<i>На 15 серпня</i>						
Контроль	382	371	183	182	199	189
Карбамід N <sub>4,62</sub>	476	428	229	210	247	218
Мікроелементи	393	384	189	188	204	196
Сульфат магнію Mg <sub>1,67</sub>	406	396	195	194	211	202
Карбамід N <sub>4,62</sub> + сульфат магнію Mg <sub>1,67</sub>	485	459	233	225	252	234
Мікроелементи + карбамід N <sub>4,62</sub> + сульфат магнію Mg <sub>1,67</sub>	497	473	239	233	258	240
<i>На 15 вересня</i>						
Контроль	393	346	231	206	162	140
Карбамід N <sub>4,62</sub>	452	440	266	262	186	178
Мікроелементи	406	380	239	226	167	154
Сульфат магнію Mg <sub>1,67</sub>	428	385	252	229	176	156
Карбамід N <sub>4,62</sub> + сульфат магнію Mg <sub>1,67</sub>	481	489	283	291	198	198
Мікроелементи + карбамід N <sub>4,62</sub> + сульфат магнію Mg <sub>1,67</sub>	495	502	291	299	204	203
<i>На момент збирання врожаю</i>						
Контроль	364	355	232	226	132	129
Карбамід N <sub>4,62</sub>	449	446	286	284	163	162

Листкове підживлення	Загальна маса рослини, г		Маса коренеплоду, г		Маса гички, г	
	Мілкий обробіток на 14–16 см	Оранка на 28–30 см	Мілкий обробіток на 14–16 см	Оранка на 28–30 см	Мілкий обробіток на 14–16 см	Оранка на 28–30 см
Мікроелементи	396	388	252	247	144	141
Сульфат магнію Mg <sub>1,67</sub>	408	396	260	252	148	144
Карбамід N <sub>4,62</sub> + сульфат магнію Mg <sub>1,67</sub>	468	460	298	293	170	167
Мікроелементи + карбамід N <sub>4,62</sub> + сульфат магнію Mg <sub>1,67</sub>	490	479	312	303	178	176

нижчим за період вегетації. Зменшення маси гички зумовлено не тільки повільнішим її наростанням у пізніший період, але й посиленням відмиранням.

Найбільший приріст маси рослин порівняно з контролем було отримано за умов листкового підживлення розчином карбаміду N<sub>4,62</sub>, а також за поєднання з сульфатом магнію та мікродобривом Кристалон, оскільки в ньому міститься найбільш засвоювана форма азоту — амідна, яка швидко проникає через листову поверхню. Застосування для листкового підживлення 5% розчину карбаміду сприяло приросту відносно контролю (без листкового підживлення) залежно від дати обліку та обробітку ґрунту: за мілкого безплужного обробітку на 14–16 см маса коренеплоду збільшувалася на 11–54 г, маса гички — на 24–31 г; за глибокої оранки — на 12–58 та 20–33 г відповідно.

Застосування листкового підживлення мікродобривом Кристалон на фоні природної родючості ґрунту забезпечило найнижчий приріст маси рослин поміж решти варіантів. Залежно від дати обліку, приріст відносно контролю за безплужного обробітку та глибокої оранки був таким: маси коренеплоду — у межах 3–20 та 3–21 г, маси гички — 10–12 та 5–12 г відповідно.

Особливо важливими під час вирощування цукрових буряків є магній і сірка. Так, без належного забезпечення рослин сіркою неможливо досягти високоефектив-

ної дії азоту на ріст урожайності. Збалансоване сіркове живлення підвищує споживання амідного азоту рослинами цукрових буряків [9]. Від застосування позакореневого підживлення сульфатом магнію 5–6%, залежно від дати обліку, було відзначено істотний приріст порівняно з контрольним варіантом маси коренеплоду на 7–28 г за мілкого безплужного обробітку та на 6–26 г за оранки; маси гички — на 17–16 та 10–15 г відповідно.

У літературі існує низка рекомендацій щодо листкового підживлення карбамідом сумісно із сульфатом магнію та мікродобривами, адже сорбція магнію та мікроелементів прискорюється у 2–3 рази, а магній пом'якшує дію карбаміду на листя. Ефективність такого агрозаходу підтверджують результати наших досліджень.

Застосування позакореневого підживлення карбамідом + сульфатом магнію 5–6% сприяло приросту порівняно з контролем без листкового підживлення (залежно від дати обліку): маси коренеплоду за мілкого безплужного обробітку — в межах 12–66 г, а маси гички — 25–38 г; у варіанті із зяблевою оранкою — в межах 15–67 та 24–38 г відповідно.

Додавання до суміші карбаміду і сульфату магнію мікродобрива Кристалон забезпечило найвищі показники динаміки наростання загальної маси рослини, маси коренеплоду та гички. Станом на 15 липня, 15 серпня, 15 вересня та на момент

збирання врожаю у варіанті з мілким безплужним обробітком приріст маси коренеплоду і гички порівняно з контролем становив — 17, 56, 60 та 80 г і 35, 59, 42 та 46 г відповідно. У варіанті із зяблевою оранкою приріст до контролю становив: маси коренеплоду — 18, 51, 93, 77 г, маси гички — 29, 51, 63, 47 г.

## ВИСНОВКИ

Формування маси коренеплоду та гички впродовж вегетації більшою мірою залежало від фаз росту та розвитку цукрових

буряків; способи обробітку ґрунту майже не впливали на ці показники.

Листкове підживлення сприяло наростанню маси коренеплоду та гички. Застосування суміші карбаміду  $N_{4,62}$  + сульфату магнію  $Mg_{1,67}$  + мікродобрива Кристалон забезпечило найбільшу загальну масу рослин за обох способів основного обробітку ґрунту. Маса коренеплоду становила на момент збирання врожаю 312–303 г, гички — 178–176 г, що вище від контролю на 80–77 та 46–47 г відповідно.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Вимоги біоадаптивної технології виробництва цукрових буряків до основного обробітку ґрунту / В.М. Сінченко, Я.П. Цвей, В.І. Пиркін та ін. // Цукрові буряки. — 2013. — № 4. — С. 5–10.
2. *Надикто В.* Оранка: міфи та реалії / В. Надикто, О. Горда // Агробізнес сьогодні. — 2017. — № 3. — С. 102–106.
3. *Войтюк П.О.* Основний обробіток ґрунту та його вплив на продуктивність цукрових буряків / П.О. Войтюк, К.М. Костенко // Агроном. — 2008. — № 1. — С. 68–74.
4. *Ситник В.П.* Обробіток ґрунтів в Україні: плужний, мінімальний, нульовий? / В.П. Ситник, В.В. Медведєв // Вісник аграрної науки. — 2007. — № 2. — С. 5–12.
5. *Медведєв В.В.* Сучасні системи землеробства і проблеми обробітку ґрунту / В.В. Медведєв, С.Ю. Булигін, М.Е. Булигіна // Агроекологічний журнал. — 2017. — № 2. — С. 127–134.
6. *Глеваський І.В.* Буряківництво / І.В. Глеваський. — К.: Вища школа, 1991. — 316 с.
7. Особливості забезпечення мікроелементами ґрунтів України / І.П. Яцук, В.М. Панасенко, А.С. Науменко та ін. // Агроекологічний журнал. — 2015. — № 4. — С. 63–69.
8. *Карпук Л.М.* Динаміка наростання сирової біомаси гібридів цукрових буряків залежно від позакореневого підживлення / Л.М. Карпук // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. — Вип. 23. — К.: ФОП Корзун Д.Ю., 2015. — С. 34–39.
9. *Лихочвор В.В.* Збалансоване живлення цукрових буряків [Електронний ресурс] / В.В. Лихочвор, С.С. Костючко // Агробізнес сьогодні. — 2014. — № 12 (283). — Режим доступу: [agrobusiness.com.ua](http://agrobusiness.com.ua)

## REFERENCES

1. Sinchenko, V.M., Tsvei, Ya.P., & Pyrkin, V.I. (2013). Vymohy bioadaptivnoi tekhnolohii vyrobnytstva tsukrovykh buriakiv do osnovnogo obrobittku gruntu [Requirements of bioadaptive technology of sugar beet production to basic soil cultivation]. *Tsukrovi buriaky — Sugar beets*, 4, 5–10 [in Ukrainian].
2. Nadytko, V., & Horda, O. (2017). Oranka: mify ta realii [Plowing: myths and realities]. *Ahrobiznes sohodni — Agribusiness today*, 3, 102–106 [in Ukrainian].
3. Voitiuk, P.O., & Kostenko, K.M. (2008). Osnovnyi obrobittok gruntu ta yoho vplyv na produktyvnist tsukrovykh buriakiv [Basic soil cultivation and its impact on sugar beet productivity]. *Ahronom — Agronomist*, 1, 68–74 [in Ukrainian].
4. Sytnyk, V.P., & Medvediev, V.V. (2007). Obrobittok hruntiv v Ukraini: pluzhnyi, minimalnyi, nulovyi? [Soil cultivation in Ukraine: plow, minimum, zero?]. *Visnyk ahromoi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 2, 5–12 [in Ukrainian].
5. Medvediev, V.V., Bulyhin, S.Yu., & Bulyhina, M.E. (2017). Suchasni systemy zemlerobstva i problemy obrobittku hruntu. [Modern agricultural systems and problems of soil cultivation]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecology journal*, 2, 127–134 [in Ukrainian].
6. Hlevaskyi, I.V. (1991). *Buriakivnytstvo [Beetroot]*. Kyiv: Vyshcha shkola [in Ukrainian].
7. Yatsuk, I.P., Panasenko, V.M., & Naumenko, A.S. (2015). Osoblyvosti zabezpechennia mikroelementamy hruntiv Ukrainy [Features of providing microelements of soils of Ukraine]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecology journal*, 4, 63–69 [in Ukrainian].
8. Karpuk, L.M. (2015). Dynamika narostannia syroi biomasy hibrydiv tsukrovykh buriakiv zalezno vid pozakorenevoho pidzhivlennia [Dynamics of growth of raw biomass of sugar beet hybrids depending on foliar nutrition]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenergetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv — Scientific works of the Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beet*, 23, 34–39 [in Ukrainian].
9. Lykhochvor, V.V. (2014). Zbalansovane zhyvlennia tsukrovykh buriakiv [Balanced nutrition of sugar beet]. *Ahrobiznes sohodni — Agribusiness today*, 2. Retrieved from <http://agrobusiness.com.ua> [in Ukrainian].

## Л.І. МОКЛЯЧУК — 70



Доктор сільськогосподарських наук, професор Лідія Іванівна Моклячук — відомий вчений в галузі екології — свій науковий потенціал присвятила розвитку вітчизняної екотоксикології, працюючи в Інституті агроекології і природокористування НААН з 1992 р. на посадах наукового співробітника, старшого наукового співробітника, провідного наукового співробітника, завідувача лабораторії, завідувача відділу, вченого секретаря спецради, заступника директора з наукової роботи.

Тематика її досліджень безпосередньо узгоджується з напрямками досліджень відділу екотоксикології, науковими програмами і планами Інституту. Принципово важливою рисою наукового світогляду професора Л.І. Моклячук є стале землекористування та підвищення безпеки харчового ланцюга. З цією метою у своїй

докторській дисертації «Науково-методичні основи екотоксикологічного моніторингу і ремедіації забруднених органічними ксенобіотиками ґрунтів» вона започаткувала новий напрям з вилучення забруднювальних речовин із довкілля, зокрема із ґрунту та підземних вод.

Доктор Л.І. Моклячук формує наукову школу і продовжує дослідження, спрямовані на забезпечення сталого розвитку агроекосистем та отримання якісної та безпечної сільськогосподарської продукції. Вона є ініціатором і автором «Методичних рекомендацій з біотестування забруднених стійкими органічними забруднювачами ґрунтів» та співавтором патенту «Спосіб біотестування ґрунту, ґрунтових, поверхневих та стічних вод».

Професор Л.І. Моклячук достойно представляє вітчизняну науку в міжнародних наукових організаціях, зокрема з 2005 р. її запрошено як експерта до участі в Європейській програмі COST (Cooperation in Science and Technology). Упродовж 2005–2009 рр. Лідія Іванівна брала участь у роботі COST Action 859 («Фітотехнології для сприяння сталому землекористуванню та підвищенню безпеки харчового ланцюга»), а впродовж 2010–2014 рр. — у роботі COST Action FA 0905 («Підвищення мінерального статусу продуктів рослинництва для отримання поживних продуктів харчування та кормів»). Починаючи з 2012 р. і до сьогодні, Л.І. Моклячук є членом Групи експертів з обмеження емісії сільськогосподарського азоту Цільової комісії з хімічно активного азоту TFRN (Task Force on Reactive Nitrogen) — Конвенції ООН «Про транскордонне забруднення повітря на великі відстані». Метою TFRN є підготовка технічної та наукової інформації і рішень для обґрунтування стратегії розвитку, координації політики ЄЕК ООН у сфері зниження забруднення довкілля азотом на всьому етапі азотного циклу.



Науково-методичний доробок професора Л.І. Моклячук налічує 172 наукові праці, з яких 21 — у зарубіжних виданнях. Патентоспроможність більшості розробок захищено 20 патентами та авторськими свідоцтвами.

Свої знання, наукові надбання і переконання Л.І. Моклячук результативно реалізує у сфері підготовки спеціалістів сільськогосподарського виробництва та наукових кадрів вищої кваліфікації. Під її науковим керівництвом підготовлено і успішно захищено докторську та 5 кандидатських дисертацій. Нині вона продовжує наукове керівництво дисертаційними роботами. Доктор Л.І. Моклячук є головою проектної групи для розробки освітньо-наукових програм та навчальних планів з підготовки здобувачів ступеня доктора філософії та доктора наук в Інституті агроєкології і природокористування НААН (у відповідності з Постановою КМ України від 23.03.2016 р. № 261).

Лідія Іванівна Моклячук входить до складу вченої ради Інституту. Нині вона є заступником голови спеціалізованої вченої ради Д 26.371.01 із захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора (кандидата) сільськогосподарських та біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 — екологія в Інституті агроєкології і природокористування НААН. Вона також є членом науково-технічної ради ДУ «Інститут охорони ґрунтів України».

Професор Л.І. Моклячук є членом редакційних колегій низки журналів, включених до міжнародних наукометричних

баз, таких як Emirates Journal of Food and Agriculture (United Arab Emirates), що входить до 135 наукометричних баз. Видання індексується Thomson Reuters, SCOPUS, Google Scholar; Agricultural Science and Practice Journal (NAAS); «Агроєкологічний журнал» (Україна), що входить до 5 наукометричних баз. Видання індексується Google Scholar; «Збалансоване природокористування» (Україна), що входить до 5 наукометричних баз. Видання індексується Google Scholar; «Збірник наукових праць ННЦ Інститут землеробства НААН» (Україна).

Лідію Іванівну Моклячук нагороджено Почесною відзнакою Української академії аграрних наук № 0327 (Рішення президії УААН № 10 від 17.07.2008 р.), цінним подарунком Голови Верховної Ради України (25.04.2012 р., № 1927); Почесною грамотою УААН (14.06.2007 р., № 6); Почесною грамотою Мінагрополітики України (20.11.2011 р.); грамотами та відзнаками Інституту агроєкології і природокористування НААН.

У своїй повсякденній науковій та науково-педагогічній діяльності Л.І. Моклячук виважено, послідовно і високопрофесійно сприяє зміцненню авторитету національної аграрної науки в Україні та за її межами.

*Колектив Інституту агроєкології і природокористування НААН, Редколегія та редакція «Агроєкологічного журналу» щиро вітають ювілярку, бажають міцного здоров'я, наснаги та нових наукових звершень.*

## С.Ю. ПОПОВИЧУ — 60



8 лютого 2018 р. виповнилося 60 років відомому вченому у галузі природно-заповідної справи, доктору біологічних наук, професору Національного університету біоресурсів і природокористування України Сергію Юрійовичу Поповичу.

У 1983 р. С.Ю. Попович успішно закінчив аспірантуру і достроково захистив дисертаційну роботу на тему: «Екзогенні зміни рослинного покриву Поліського державного заповідника і шляхи його оптимізації» на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю «ботаніка» на засіданні спеціалізованої вченої ради Центрального республіканського ботанічного саду АН УРСР (м. Київ).

Упродовж 1983–1994 рр. працював на посадах молодшого, наукового та старшого наукового співробітника Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. Вчений дослідив флору десятків природно-заповідних територій різних у зональному аспекті регіонів України. До честі, у спів-авторстві зі своїми вчителями Ю.Р. Ше-

ляг-Сосонком і Т.Л. Андрієнко у 1986 р. опублікував першу монографію про рослинний світ Поліського державного заповідника.

У 1994 р. С.Ю. Поповича запросили на роботу в систему Міністерства охорони навколишнього природного середовища України, де він сумлінно працював у Державній екологічній інспекції, Головному управлінні національних природних парків і заповідної справи, Державній службі заповідної справи, в яких очолював відповідний відділ з питань науки та екологічної освіти. Незважаючи на жодні бюрократичні умовності, він завжди залишався принциповим поборником законності, не номенклатурного, а розуміючого й особливо душевного відношення до збереження живої природи, не зраджував своєму гуманістичному світогляду, оскільки життєвим його кредо завжди є принцип: «Зберегти, щоб жити — жити, щоб зберегти».

У Мінприроди України його діяльність насамперед була пов'язана із виконанням Закону України «Про природно-заповідний фонд України» та державної Програми перспективного розвитку заповідної справи в Україні («Заповідники»). Працюючи на державній службі, С.Ю. Попович готував проекти нормативних та законодавчих документів у галузі природно-заповідної справи. Його пропозиції були враховані у законах України «Про внесення змін до Закону України «Про природно-заповідний фонд України» (1999 р.), «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки» (2000 р.), «Про Червону книгу України» (2002 р.), Національній програмі екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води, затвердженій Постановою Верховної Ради України (1997 р.), постановках Кабінету Міністрів України «Про вдосконалення державного управління заповідною справою в Україні» (1997 р.), «Про затвердження Положення про Зелену книгу України»

(2002 р.), Генеральній схемі планування території України та інших важливих документах. Сергій Юрійович особисто розробив чотири нормативно-правові акти у сфері державного управління наукою та екологічною освітою у заповідниках та національних природних парках України, що були зареєстровані Міністерством юстиції України, а також брав участь у підготовці матеріалів до створення багатьох заповідників та національних природних парків.

У 1998 р. С.Ю. Попович захистив першу в новітньому контексті природокористування дисертаційну роботу на тему «Созологічний аналіз лісової рослинності України (теоретичні засади, методологія, прикладні аспекти)» на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю «ботаніка» на засіданні спеціалізованої вченої ради Державного Нікітського ботанічного саду УААН (м. Ялта). Його науковим консультантом був знаний у світі геоботанік, доктор біологічних наук, професор, академік АН УРСР, завідувач відділу геоботаніки та палеоботаніки Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного АН УРСР Ю.Р. Шеляг-Сосонко, який і визначив його науковий шлях та сприяв становленню як ученого.

У 2007 р. С.Ю. Попович здобув учене звання професора і опублікував перший навчальний посібник «Природно-заповідна справа», а згодом у співавторстві з колегами — «Заповідне лісознавство» (2009 р.) та «Заповідне паркознавство» (2011 р.). Вчений теоретично і методологічно розвинув концепцію академіка Ю.Р. Шеляг-Сосонка щодо збереження біотичного різноманіття різних типів організації, запропонував для науки новий напрям — созологічну геоботаніку. Важливість результатів його досліджень полягає не тільки в системних засадах територіальної охорони, але й теоретичних розробках стратегії охорони фітоценотичного різноманіття, що у вітчизняній науці не було достатньо узагальнено. У працях С.Ю. Поповича опубліковано концепцію нової структури Зеленої книги України, до якої вчений запропонував додатково занести 202 раритетні рос-

линні угруповання лісів. Водночас ним розроблено вірогідні режими збереження ценопопуляцій 47 лісових видів рослин, занесених до Червоної книги України, для заповідання та резервування науково обґрунтовано близько 250 тис. га площ природної рослинності. Загалом, С.Ю. Попович запропонував для мережі природно-заповідного фонду 40 об'єктів, серед яких два природних заповідники, чотири національні природні парки, три регіональні ландшафтні парки, а також цілу низку заказників, пам'яток природи, заповідних урочищ загальнодержавного та місцевого значення в Закарпатській, Запорізькій, Сумській, Полтавській, Волинській, Рівненській, Житомирській, Чернігівській і Київській областях, дві природні території також зарезервовано під національні природні парки. Для багатьох природно-заповідних територій вчений встановив схеми їхнього функціонального зонування, а для Лісостепу, Українських Карпат та Західного Полісся — картосхеми регіональних екомереж. За результатами досліджень подано значну кількість доповідних записок до відповідних органів державної влади в галузі охорони довкілля України.

Сергій Юрійович Попович зі своїми колегами й учнями близько 15 років тому започаткували інтегральний дендросозологічний напрям досліджень, об'єктами якого є групи раритетних видів деревних рослин (автохтонні, інтродуковані, екзотичні захищеного і незахищеного ґрунту) та дендроценози, які охороняються на рівні природно-заповідного фонду.

Ювіляр оновив, обґрунтував і ввів у науку такі поняття й терміни, як созологічна геоботаніка, природно-заповідна справа, заповідне лісознавство, заповідне паркознавство, біосозологія, созологічна фітодизайнологія, дендросозофлора, дендросозоекзоти, дендросозофіти, що значно урізноманітнило науковий лексикон. Разом зі своїм учителем Ю.Р. Шеляг-Сосонком у 1997 р. вчений розробив стратегію і нову парадигму заповідної созології, увів поняття та запропонував структуру созологічної фітосферології.

Професор С.Ю. Попович упродовж багатьох років обирався членом Національної комісії з питань Червоної книги України, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України. У різні часи він був членом науково-технічних рад таких природоохоронних установ: Міністерства екології та природних ресурсів України, Державної служби заповідної справи Мінприроди України, Наукового центру заповідної справи Мінекоресурсів України, Карпатського біосферного заповідника, природних заповідників — Поліського та «Горгани», національних природних парків — Карпатського, «Синевир», «Вижницький», «Подільські Товтри», «Святі Гори», Ужанського, «Голосіївський», Ботанічного саду Національного університету біоресурсів і природокористування України. Окрім того, вчений обирався членом двох наукових комітетів, що супроводжували виконання Україною проектів Глобального екологічного фонду щодо збереження біорізноманіття Карпат і дельти Дунаю.

Ювіляр став відомим у науці експертом, на рахунок якого близько 10 проектів від органів державної влади, був опонентом 21 кандидатської і 5 докторських дисертацій, прорецензував понад 50 наукових видань.

Сердечно вітаємо Сергія Юрійовича зі славним ювілеєм, бажаємо йому міцного здоров'я, нескінченної життєвої енергії, довголіття, здійснення творчих задумів на благо науки та збереження природи України. Нехай зерна праці і таланту надають йому сили, злету, збагачують духовно та зміцнюють фізично на багаті літа.

**Б.Є. Якубенко** — доктор біологічних наук, професор

**І.П. Григорюк** — доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН України

**М.М. Лісовий** — доктор сільськогосподарських наук, професор  
*Редколегія і редакція  
«Агроекологічного журналу».*

# АННОТАЦИИ

**Егорова Т.М.** Ландшафтно-гидроэкологические особенности агросферы Украины // *Агроэкологический журнал*. — 2018. — № 2. — С. 6–12.

*Институт агроэкологии и природопользования НААН*

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

Разработаны методические принципы ландшафтно-гидроэкологического анализа агросферы. Проанализировано 13 количественных параметров и качественно-количественных характеристик опасных агроэкологических и гидроэкологических явлений для 25 региональных ландшафтов Украины. Предложена комплексная система оценки гидроэкологических проблем в зависимости от качественно-количественных характеристик состояния почв и вод, а также процессов физико-химической миграции. Факторы влияния на экологическое состояние вод систематизированы по генетическому признаку — природные, аграрные и комплексные антропогенные. Интенсивность воздействия соответствующих процессов на гидроэкологическое состояние вод региональных ландшафтов дифференцировано по мультипликативным показателям. Установлены корреляционные и регрессионные модели влияния процессов несбалансированного природопользования в пределах агросферы (загрязнение почв остатками пестицидов и тяжелых металлов, распашка земель и их эродированность, потери пахотного слоя) на определенные гидроэкологические проблемы поверхностных и подземных вод Украины.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** гидроэкологические проблемы, агросфера, региональные ландшафты, поверхностные и подземные воды, корреляционный анализ, регрессионный анализ.

**Мудрак А.В.<sup>1</sup>, Овчинникова Ю.Ю.<sup>2</sup>, Мудрак Г.В.<sup>3</sup>** Научное обоснование создания Национального природного парка «Центральное Подолье» // *Агроэкологический журнал*. — 2018. — № 2. — С. 13–22.

<sup>1</sup> *КВНЗ «Винницкая академия непрерывного образования»*

<sup>2</sup> *Донецкий национальный университет имени Василя Стуса*

<sup>3</sup> *Винницкий национальный аграрный университет*

*e-mail: ov\_mudrak@ukr.net*

На основе комплексного экологического мониторинга, геоботанических, зоогеографических, ландшафтно-экологических, гидроэкологических, лесотипологических, агроэкологических принципов и подходов, а также собственных полевых исследований предложено создание национального

природного парка «Центральное Подолье» в пределах Винницкой области. Обосновано, что создание лесотипологического парка площадью 46 420 га позволит увеличить долю заповедности области до 4,5% от общей площади, которая на данный момент составляет лишь 2,5%. Перспективный парк должен объединить 34 существующих заповедных объекта площадью 1282,2 га, которые территориально относятся к четырем административным районам: Винницкий (14 заповедных объектов — площадь 1095,1 га), Калиновский (4 — 150,7), Литинский (6 — 81,1) и Хмельницкий (8 заповедных объектов — площадь 75,3 га). Доказано, что необходимость создания парка обусловлено уникальными природными ландшафтами данной территории с ассоциациями растительных сообществ, насчитывающих более 40 видов растений; населенных более 50 видами животных, которые внесены в Красную книгу Украины.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** биотическое и ландшафтное разнообразие, национальный природный парк, природно-заповедный фонд, структурные элементы экосети, сбалансированное развитие, Винницкая область.

**Власова Е.В.** Модели формирования спектральных характеристик мелиорированных земель // *Агроэкологический журнал*. — 2018. — № 2. — С. 23–27.

*Институт водных проблем и мелиорации НААН*  
*e-mail: elena\_vl2001@ukr.net*

Разработаны картографические модели состояния растительной и почвенной поверхности на основе спектральных индексов. Определены изменения состояния растительности по индексам NDVI, NDWI, MSI и плодородия почвы по индексам IO, CM, MC. Установлены закономерные изменения спектральных характеристик мелиорированных земель в зависимости от влияния гидро-термических условий на спектральное отражение почвенной и растительной поверхности, ведения хозяйственной деятельности на основе вегетационных и грунтовых картографических моделей.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** спектральные индексы, спутниковые данные, изменение влажности, плодородие почвы, картографические модели.

**Тимошенко Л.М.** Состояние дендрофитов уличных насаждений города Лубны // *Агроэкологический журнал*. — 2018. — № 2. — С. 28–32.

*Институт агроэкологии и природопользования НААН*

*e-mail: Lyudmila\_Tymoshenko@bigmir.net*

Исследовано жизненное состояние и декоративность уличных насаждений на территории

г. Лубны (центральная часть города). Установлены зависимости между некоторыми биометрическими характеристиками и состоянием деревьев. Установлено, что в составе уличных насаждений преобладают 40- и 50-летние древесные растения. Проанализирован видовой состав деревьев и кустов и проведена оценка состояния дендрофитов уличных насаждений, по результатам которой их функциональное состояние характеризуется преимущественно как удовлетворительное и хорошее. Установлено, что оптимальным жизненным состоянием и декоративностью отмечаются древесные виды, для которых характерны только механические повреждения.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** дендрофиты, уличные насаждения, деревья, возраст, жизненное состояние.

**Паращенко И.В.** Подвижность свинца по профилю чернозема типичного и дерново-подзолистой почвы // *Агроэкологический журнал*. — 2018. — № 2. — С. 33–37.

*Институт агроэкологии и природопользования НААН*

*e-mail: agroecology\_naan@ukr.net*

Обоснована принадлежность свинца к первому классу опасности «особо опасных неорганических загрязнителей», подлежащего обязательному контролю в объектах окружающей среды, а именно, в почвах. Исследовано распределение свинца в черноземе типичном и дерново-среднеподзолистой почве. Установлено, что свинец мигрирует по профилю почвы, и его миграция зависит от типа и физико-химических свойств почвы, содержания органического вещества в профиле и особенностей процесса почвообразования. Рассчитан коэффициент радиальной миграции и коэффициент концентрации свинца для дерново-подзолистой почвы и чернозема типичного. Коэффициент радиальной миграции для исследуемых почв варьирует в пределах  $0,85 \div 1,56$ , что свидетельствует о процессах выщелачивания или накопления свинца по профилю исследуемых почв. Коэффициент концентрации в природных экосистемах исследуемых почв варьирует в пределах  $\leq 0,5$ , что подтверждает рассеивание элемента по профилю дерново-среднеподзолистой почвы и чернозема типичного.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** свинец, фоновое содержание, профиль почвы, дерново-среднеподзолистая почва, чернозем типичный, генетический горизонт почвы, коэффициент радиальной миграции, коэффициент концентрации.

**Дмитрук Ю.М.<sup>1</sup>, Собко В.И.<sup>2</sup>** Содержание и перераспределение фосфора в почвах агроэкосистемы Западной Лесостепи // *Агроэкологический журнал*. — 2018. — № 2. — С. 38–44.

<sup>1</sup> *Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича*

<sup>2</sup> *Черновицкий филиал ГУ «Институт охраны почв Украины»*

*e-mail: Yuri.dmy@gmail.com*

Исследовано содержание и перераспределение подвижных форм фосфора. Установлено, что их количество мультиколлинеарно зависит от показателей почв. Доказана мотивированность применения не только корреляционного анализа, но и непараметрических методов оценки, в том числе кластерного анализа. Обосновано, что фосфатное состояние почв зависит от состава материнской породы и процессов почвогенезиса. Освещено, что удобрение может существенно изменять как содержание, так и пространственное распределение подвижных форм фосфора.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** подвижные формы фосфора, почва, агроэкосистема, почвогенезис, профильное распределение, методика.

**Вишневский Ф.А.<sup>1</sup>, Паламарчук Р.П.<sup>1</sup>, Довбыш Л.Л.<sup>2</sup>, Залевский Р.А.<sup>3</sup>** Динамика содержания гумуса в почвенном покрове пахотных земель Андрушевского района Житомирской области // *Агроэкологический журнал*. — 2018. — № 2. — С. 44–49.

<sup>1</sup> *Житомирский филиал ГУ «Институт охраны почв Украины»*

<sup>2</sup> *Житомирский национальный агроэкологический университет*

<sup>3</sup> *Житомирский агротехнический колледж*

*e-mail: soils1964@ukr.net*

Установлено, что в 2011–2015 гг. содержание гумуса в почвенном покрове пахотных земель Андрушевского р-на Житомирской обл., независимо от их типа и гранулометрического состава, снизилось по сравнению с 1971–1975 гг. Величина этого показателя в разрезе типов почв варьировала в пределах 4,3–22,0%, а в разрезе гранулометрического состава — в пределах 6,2–24,6% в относительном значении к исходному его содержанию. Общие запасы гумуса уменьшились на 7,3 т/га.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** плодородие, почва, пахотные земли, гумус, содержание, средневзвешенные показатели, площадь, туры обследований.

**Тертычная О.В., Свалевчук Л.И., Бригас Е.П., Минералов О.И., Коцовская Е.В.** Акарицидные свойства эфирных масел относительно популяции гамазидных клещей вида *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) // *Агроэкологический журнал*. — 2018. — № 2. — С. 50–54.

*Институт агроэкологии и природопользования НААН*

*e-mail: olyater@ukr.net*

Освещено акарицидное влияние девяти исследуемых эфирных масел на популяции паразитических клещей вида *Dermanyssus gallinae in vitro*

методом прямого контакта при трех различных концентрациях (0,2, 0,4 и 0,6 мг/мл). По результатам исследований эфирные масла *Ocimum basilicum* и *Coriandrum sativum* были эффективными при минимальной дозе и за короткий период действия. Установлено, что эфирные масла являются одним из экологически безопасных методов борьбы с куриным клещом и альтернативой синтетическим лекарственным препаратам.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** *Dermanyssus gallinae*, эктопаразит, акарицидное воздействие, *in vitro*, суспензия, эфирные масла, фитонциды, птицеводство.

**Матвиенко М.В.<sup>1</sup>, Бублик Н.А.<sup>1</sup>, Волкодав В.В.<sup>2</sup>, Драга М.В.<sup>2</sup>, Китаев А.И.<sup>1</sup>, Ходаковская Ю.Б.<sup>1</sup>** Агрэкологическая оценка промышленной технологии интенсивного выращивания груши (*Pyrus*) // Агрэкологический журнал. — 2018. — № 2. — С. 54–61.

<sup>1</sup> *Институт садоводства НААН*

<sup>2</sup> *Институт агрэкологии и природопользования НААН*

*e-mail: infosadok@gmail.com*

На основании многолетних исследований в производственных условиях освещена высокая стартовая эффективность предложенной авторами экологической энергосберегающей технологии интенсивного грушевого сада длительного периода эксплуатации на семенном подвое с промежуточной карликовой вставкой Пирогном по сравнению с современными индустриально-реанимационными садовыми технологиями выращивания груши на карликовых айвовых подвоях. Подтверждена высокая конкурентоспособность данной технологической разработки перед традиционными существующими: урожайность плодов высокого качества в первые годы плодоношения достигает 35–56 т/га; технология имеет экологическую направленность и обеспечивает значительные энергетические сбережения в течение длительного эксплуатационного периода. Доказано, что испытанная в производстве технология позволяет минимизировать антропогенное воздействие на производственные процессы и окружающую среду в целом благодаря высокому биологическому потенциалу — жизнеспособности подвоя и конструкции дерева.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** груша, подвой, вставка, сорт, энергосберегающая технология, экологически безопасная продукция.

**Глуценко Л.Д.<sup>1</sup>, Кохан А.В.<sup>1</sup>, Гангур В.В.<sup>2</sup>, Оленир Р.В.<sup>1</sup>, Лень А.И.<sup>1</sup>, Брегеда С.Г.<sup>3</sup>** Производительность ржи озимой при бесменном выращивании // Агрэкологический журнал. — 2018. — № 2. — С. 61–67.

<sup>1</sup> *Полтавская государственная сельскохозяйственная опытная станция имени Н.И. Вавилова ИС и АПП НААН*

<sup>2</sup> *Институт свиноводства и АПП НААН*

<sup>3</sup> *Полтавский филиал ГУ «Институт охраны почв Украины»*

*e-mail: v.gangur@rambler.ru*

В длительном полевом опыте Полтавской государственной сельскохозяйственной опытной станции имени М.И. Вавилова Института свиноводства и АПП НААН на темно-серой оподзоленной почве определено, что средняя урожайность ржи озимой при бесменном выращивании в течение 1884–2016 гг. составляет 1,19 т/га. Производительность ржи озимой в условиях ее выращивания на постоянном участке была динамичной, однако не зависела от замены сортов на современные аналоги с высшим генетическим потенциалом. Приведены результаты корреляционного анализа взаимосвязей между урожайностью зерна ржи озимой, температурой воздуха и суммой осадков по сортам, которые дольше всего выращивались в опыте. Предложено использовать результаты исследований для обоснования фундаментальных вопросов земледелия; глубоких комплексных исследований; демонстрации роли основных факторов и условий выращивания растений.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** рожь озимая, бесменный посев, сорт, погодные условия, засоренность, урожайность.

**Бровко И.С., Подгурская И.А., Чабанюк Я.В., Кордунян А.О.** Биодegradация гербицидов штаммами микроорганизмов-деструкторов // Агрэкологический журнал. — 2018. — № 2. — С. 68–73.

*Институт агрэкологии и природопользования НААН*

*e-mail: nauka25@ukr.net*

Исследована способность микроорганизмов-деструкторов гербицидов на основе имазамокса, кломазона, глифосата и 2,4-дихлорфеноксикислоты расти на средах с добавлением данных веществ в качестве единственного источника углерода. Построены кривые развития культур изолятов, способных к росту на средах, содержащих указанные гербициды, и определены сутки перехода культуры в стационарную фазу роста. Установлен факт быстрого наращивания биомассы изолятов и выход культур на логарифмическую фазу уже с первых суток культивирования, что свидетельствует о возможности привлечения гербицидов в метаболические процессы клеток бактерий. Проведен анализ деградации указанных гербицидов при воздействии микроорганизмов-деструкторов, удостоверяющий возможность деструкции имазамокса, кломазона, глифосата и 2,4-дихлорфеноксикислоты до 82, 83, 86 и 80% на 7-е сутки культивирования соответственно. Доказана невозможность достижения подобного уровня деградации данных гербицидов в условиях гидролитической диссоциации на стерильной среде.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** микроорганизмы-деструкторы, имазамокс, кломазон, глифосат, 2,4-дихлорфеноксифтальная кислота.

**Крутило Д.В.<sup>1</sup>, Надкерничная Е.В.<sup>1</sup>, Шерстобоева Е.В.<sup>2</sup>, Ушакова М.А.<sup>1</sup>** Коррекция ризобияльных сообществ почвы при интродукции *Bradyrhizobium japonicum* разных генетических групп // Агроекологический журнал. — 2018. — № 2. — С. 73–81.

<sup>1</sup> *Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН*

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

*e-mail: krutylov@gmail.com*

Исследована эффективность бинарной композиции штаммов *B. japonicum* 46 + *B. japonicum* KB11 в качестве микробных препаратов Ризобифит и Ризогумин для сои. Показано, что сочетание в биопрепаратах двух штаммов клубеньковых бактерий сои различных генетических групп и интродукция их в агроценозы позволяет провести коррекцию ризобияльных сообществ почвы. Обработка семян сои композицией штаммов *B. japonicum* обеспечивает формирование сбалансированных симбиотических систем при участии интродуцированных и местных ризобий. Данный прием позволяет интенсифицировать процесс клубенькообразования, повысить уровень симбиотической азотфиксации, увеличить урожайность культуры на 18–35% по сравнению с контролем (без инокуляции). Наиболее эффективным в различных почвенно-климатических условиях является использование торфяной формы биопрепарата Ризогумин.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** ризобияльные сообщества почвы, *Bradyrhizobium japonicum*, серогруппы, симбиотическая система, соя, урожайность.

**Шевченко Т.Л., Глушенко Л.А.** Особенности использования натурализованных лекарственных растений // Агроекологический журнал. — 2018. — № 2. — С. 81–86.

*Опытная станция лекарственных растений ИАП НААН*

*e-mail: ukrvilar@ukr.net*

Исследованы особенности процессов натурализации некоторых лекарственных видов-интродуцентов. На примере трех видов лекарственных растений с разной степенью натурализации — *Glaucium flavum* Crantz, *Nepeta grandiflora* Bieb., *Echinops sphaerocephalus* L. изложены результаты многолетних экологических и морфометрических исследований, а также доказана возможность использования лекарственного растительного сырья натурализованных видов для нужд фармацевтических предприятий. Содержание биологически активных веществ в сырье исследуемых видов соответствует нормативным требованиям и не зависит

от условий роста (для *Glaucium flavum* содержание глауцина 1,2%, *Nepeta grandiflora* — эфирного масла 0,24, *Echinops shaerocephalus* — нативного алкалоида 1,5%).

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** интродукция, натурализация, экотопы, лекарственные растения, биологически активные вещества.

**Симочко Л.Ю.<sup>1</sup>, Демьянюк Е.С.<sup>2</sup>** Микробиом почвы культурных растений при различных агротехнологиях // Агроекологический журнал. — 2018. — № 2. — С. 87–93.

<sup>1</sup> *ГВУЗ «Ужгородский национальный университет»*

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

*e-mail: lyudmilassem@gmail.com*

Исследован микробиом почвы культурных растений *Capsicum annuum*, *Vitis vinifera*, *Rubus idaeus* L., *Petroselinum crispum*, которые выращивали в условиях закрытой и открытой почвы, и определена таксономическая структура сообществ микроорганизмов с использованием биохимических маркеров. Проведен скрининг условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, находящихся в почвенном микробиоме растений, обладающих множественной антибиотикорезистентностью. В целом, выделены и протестированы 64 изолята. Представители анаэробной микробиоты, обладающие множественной антибиотикорезистентностью, были выделены из закрытой почвы агроценоза малины: *Clostridium perfringens* (устойчивый к эритромицину, клиндамицину, тетрациклину, рифампицину, амоксициллину; умеренно чувствителен к метронидазолу и чувствительный к ванкомицину), *Clostridium oedematiens* (умеренно чувствителен к амоксициллину и ванкомицину), *Clostridium difficile* (чувствительный только к метронидазолу). С открытой почвы агроценоза перца выделен *Clostridium perfringens* с множественной антибиотикорезистентностью. Значительное количество аэробных микроорганизмов с множественной антибиотикорезистентностью выделено из закрытой почвы агроценоза малины (*Enterobacter cloacae*, *Enterococcus faecalis*, *Hafnia alvei*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus mycoides*, *Pseudomonas aeruginosa*) и петрушки (*Bacillus mycoides*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enterica*, *Enterococcus faecalis*). В агроценозах малины и петрушки, культивируемых в условиях закрытой почвы, обнаружены наиболее распространенные антибиотикорезистентные представители аэробной и анаэробной микробиоты.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** микробиом, почва, агроэкосистема, антибиотикорезистентность, микроорганизмы, агротехнологии.



**Бойко А.А.<sup>1</sup>, Цвигун В.А.<sup>2</sup>** Распространение бактериозов индуцированных *Erwinia amylovora* у разных видов растений биоценозов Полесья в условиях контаминации возбудителя бактериофагом // *Агроэкологический журнал*. — 2018. — № 2. — С. 93–96.

<sup>1</sup> *Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины*

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

*e-mail: vika-natceovich@ukr.net*

Рассмотрены результаты исследований распространения бактериального заболевания индуцированного *Erwinia amylovora*, который является носителем бактериофагов на груше, айве, боярышнике, орешнике и других видах растений в естественных условиях различных климатических регионов Полесья. На основе обследования приведена детальная оценка габитуса пораженных растений, уровень которой определяли по их росту и развитию в процессе вегетации. Для этого проанализированы листья, ветки, плоды и корневая система растений для выявления патогенов. Предложено использование новых микробиологических, вирусологических и экологических методов по их диагностике.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** *Erwinia amylovora*, бактериофаги, биоценоз.

**Тирусь М.Л.** Эффективность листовой подкормки сахарной свеклы на темно-серой оподзоленной почве Западной Лесостепи // *Агроэкологический журнал*. — 2018. — № 2. — С. 97–101.

*Львовский национальный аграрный университет*

*e-mail: tyrusmaria0408@gmail.com*

Установлено, что в условиях Западной Лесостепи Украины на темно-серой оподзоленной легко-суглинистой почве способы основной ее обработки не имели существенного влияния на динамику нарастания массы растений сахарной свеклы. Листовая подкормка способствует нарастанию массы корнеплода и ассимиляционной поверхности листьев. Оптимальным является применение смеси карбамид N<sub>4,62</sub> + сульфат магния Mg<sub>1,67</sub> + микроудобрение Кристалон, что обеспечило наибольшую массу корнеплода по состоянию на 15 июля — 133–126 г, 15 августа — 239–233, 15 сентября — 291–299, на момент сбора урожая — 312–303 г и ботвы: 221–205, 258–240, 204–203, 178–176 г соответственно.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** сахарная свекла, листовая подкормка, микроудобрения, сульфат магния, карбамид, урожайность, сахаристость.

## ABSTRACT

**Yehorova T.** Landscape and hydroecological features of the agrosphere in Ukraine // *Agroecological journal*. — 2018. — No. 2. — P. 6–12.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

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

The methodical principles of the landscape-hydroecological analysis of the agrosphere are developed. 13 quantitative parameters and qualitative-quantitative characteristics of dangerous agroecological and hydroecological phenomena on the territories of 25 regional landscapes of Ukraine have been analyzed. A complex system of estimation of hydroecological problems depending on the characteristics of the state of soils and waters, as well as the processes of physical-chemical migration is proposed. The factors influencing the ecological state of water are systematized according to genetic basis as natural, agrarian and complex anthropogenic. The intensity of the impact of the corresponding processes on the hydroecological state of the waters of the regional landscapes is differentiated, depending on the multiplicative indi-

cator. The correlation and regression models of the interconnection of the hydroecological problems of surface and groundwater such as soil pollution with pesticide residues and heavy metals, land plowing and erosion, loss of arable layer with the results of unbalanced nature management within the agrosphere of Ukraine are calculated.

**К e y w o r d s:** hydroecological problems, agrosphere, regional landscapes, surface and underground waters, correlation analysis, regression analysis.

**Mudrak O.<sup>1</sup>, Ovchinnikova Yu.<sup>2</sup>, Mudrak G.<sup>3</sup>** Scientific grounds for the establishment of the National natural park «Central Podillia» // *Agroecological journal*. — 2018. — No. 2. — P. 13–22.

<sup>1</sup> *KVNZ «Vinnitsa academy of continuing education»*

<sup>2</sup> *Donetsk National university named after Vasyl Stus*

<sup>3</sup> *Vinnitsa national agrarian university*

*e-mail: ov\_mudrak@ukr.net*

On the basis of complex ecological monitoring, geobotanical, zoogeographical, landscape-ecological, hydroecological, forest-typological, agroecological principles and approaches and own field research it is proposed to create a national natural park «Central Podillia» within the territory of Vinnytsia region. The creation of the proposed park, covering an area of 46.420 hectares, will increase the area's preservation percentage to 4.5% of its total area, which is currently only 2.5%. The prospective park should combine 34 existing protected sites with an area of 1282.2 hectares and will include the territories of 4 administrative districts: Vinnitsa (14 protected sites, an area of 1095.1 hectares), Kalinovsky (4 – 150.7 hectares), Litinsky (6 – 81.1 ha) and Khmelnitsky (8 – 75.3 hectares). The need for a park is due to the presence of unique natural landscapes with associations of plant communities, which grows more than 40 species of plants and inhabits more than 50 species of animals included in the Red data book of Ukraine. The creation of the park will allow to preserve these landscapes with diverse flora and fauna, mineral springs, use the recreational potential rationally, promote the development of ecological tourism, sport hunting and fishing, introduce permanent nature-education, nature protection and environmental education work, create new jobs for the population that will maintain the established regime of protection of the park and engage in organic farming.

**Key words:** biotic and landscape diversity, national natural park, natural reserve fund, structural elements of ecological network, balanced development.

**Vlasova O.** Models of formation of the reclaimed areas' spectral characteristics // Agroecological journal. – 2018. – No. 2. – P. 23–27.

*Institute of Water Problems Land Reclamation NAAS*

*e-mail: elena\_vl2001@ukr.net*

The identification of regular changes in the spectral characteristics of soil and vegetation cover by remote sensing data is the main goal of the work. On test territories of the Kyiv and Kherson regions ground-based researches were conducted. For these territories we used images of Landsat 5, 7, 8 at different time period 1991–2017 years. Changes in quantitative and qualitative indicators of vegetation and soil cover on satellite images of research objects were determined by spectral indices. The result of the simulation using satellite data were thematic maps of indices. Changes in vegetation status were determined by the indices NDVI, NDWI, MSI and changes in soil by IO, CM, MC. It has been determined that on the irrigated lands «Brylivs'ke» (Kherson region) changes in by CM (of 26 years) has increased from 2.13 to 2.82. However, on the lands within the Irpyn'ska land reclamation system (Kyiv region), this figure decreased from 2.04 to 1.28. The IO index gradually increased

in both research areas to 0.53–0.96 and 0.42–0.88, so did the NDVI index – to 0.11–0.17 and 0.18–0.27 respectively. These indices were used as indicators to diagnose and assess the ecological state of meliorated lands. Regular changes in the spectral characteristics of reclaimed lands are established, depending on the effect of changes in hydrothermal conditions on the spectral reflection of soil and vegetation surfaces, conduction of economic activities on the basis of vegetative and soil cartographic models.

**Key words:** spectral indices, satellite data, humidity change, soil fertility, cartographic models.

**Tymoshenko L.** Condition of dendrophytes of street plantations in Lubny, Poltava region // Agroecological journal. – 2018. – No. 2. – P. 28–32.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: Lyudmila\_Tymoshenko@bigmir.net*

The living condition and decorative nature of street plantations in Lubny (central part of the city) are investigated. It was established that the dendrophytes of street plantations of the central part of the city are represented by 52 taxa. The dependencies between individual biometric characteristics and the state of trees are established. It has been established that 40-year-old and 50-year-old tree plants dominate the street plant, which accounts for about 32% of the specimens. The species composition of trees and shrubs of plantations has been analyzed and an estimation of the state of street planting dendrophytes has been carried out, the results of which are characterized by their functional state, preferably satisfactory and good. It has been determined that *Acer platanoides* L. and *Tilia cordata* Mill. have the optimal nutritional status and decorative character, which are characterized only by mechanical damage of some specimens due to technical works on the care of urban communications and traffic accidents. In *Betula pendula* Roth. trees, in addition to mechanical damage, there is a partial loss of decorative and deteriorating general condition due to improper spring juicing. Some what lower indicators are characterized by the planting of *Jugians regia* L., which is due to the snow and partial dying of shoots of renewal, frostbite cracks, hollows. The lowest rates of life condition and decoration of the species represented within the city's streets are recorded in *Aesculus hippocastanum* L., which is primarily due to the massive defeat of plants by chestnut mines – *Cameraria ohridella* Descha (*Lepidoptera*, *Gracillariidae*), as well as the growth of trees in thickened ordinary landings. Estimation of specimens of different age groups indicates that the highest decorative characteristics are trees of the age of 20 and 45 years. A direct correlation between the life state and the decorative nature of woody plants was revealed.

**Key words:** dendrophytes, street plantings, trees, age, life condition.

**Paraschenko I.** Mobility of lead behind the profile of chernozem typical and sod-podzolic soil // *Agroecological journal*. — 2018. — No. 2. — P. 33–37.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: agroecology\_naan@ukr.net*

The membership of lead to the first class of danger «of especially dangerous inorganic pollutants», which is subject to obligatory control in the objects of the environment, namely soils, is characterized. According to preliminary data, a number of scientists have found that lead, among heavy metals, is the least mobile and is localized in the upper layers of the soil. To refute this, or to confirm, we conducted research on the ability of lead to migration both beyond the root-bearing layer of soil and the main genetic horizons. Therefore, the purpose of our work was to investigate the mechanism of distribution of lead in the profile of chernozem typical heavy-soil and sod-medium podzolic soils in conditions of natural ecosystems. The distribution of lead in chernozem typical and sod-podzolic soil is investigated. It has been established that lead migrates along the soil profile and its migration depends on the type and physical and chemical properties of the soil, the content of organic matter in the profile and the features of the process of origin of the soil. The coefficient of radial migration and the concentration coefficient of lead for sod-podzolic soil and typical chernozem are calculated. The coefficient of radial migration for soils varies within the range of  $0.85 \div 1.56$ , which indicates the processes of leaching or accumulation of lead on the profile of the studied soils. The coefficient of concentration in the natural ecosystems of the studied soils varies within  $\leq 0.5$ , which indicates the dispersion of the element along the soil profiles of sod-medium podzolic soil and chernozem typical.

**Key words:** lead, background content, soil profile, genetic soil horizon, sod-medium podzolic soil, chernozem typical, radial migration coefficient, concentration coefficient.

**Dmytruk Y.<sup>1</sup>, Sobko V.<sup>2</sup>** Content and redistribution of phosphorus in soils of the agroecosystem of Western Forest-steppe // *Agroecological journal*. — 2018. — No. 2. — P. 38–44.

<sup>1</sup> *Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University*

<sup>2</sup> *Chernivtsi Branch of State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine»*

*e-mail: y.dmytruk@chnu.edu.ua*

We studied the content and distribution of mobile forms of phosphorus, determined by various methods (by Kirsanov, Machigin, Chirikov, Karpinsky-Zamjatina, Skofild). The quantity of mobile phosphorus depends on various soil parameters multicollinearly. Consequently, it is desirable to use a non-parametric method, in particular cluster analysis, for the evaluation of content and distribution of mobile forms

phosphorus. Phosphate regime of soils depends on the composition of the parent soil rock and soil genesis processes. The fertilizer can significantly change content and spatial distribution of mobile forms of phosphorus. The choice of methods for determining phosphorus in soils remains a problem. It is therefore necessary to consider not only guidelines but also the ultimate goal of the study. The problem of Phosphorus has two aspects. First, it is a violation of the global Phosphorus cycle as a result of anthropogenic impacts, which leads to environmental problems. Secondly, using of Phosphorus as needed for agricultural production element. Its assessment, in one and in the other cases, is impossible without the relevant method of Phosphorus determination. We studied the content and distribution of mobile forms of Phosphorus, determined by Kirsanov, Machigin, Chirikov, Karpinsky — Zamjatina, Skofild. We investigated soil series (Phaeozem — Chernozem) on different terrain (slope — foot of the slope — plain) for agroecosystems of various degrees of anthropogenic load. For the distribution of Phosphorus by soil profiles it is established that its maximum is in the parent material. Only for meadow-chernozem, where phosphorus fertilizers are used the most commonly, the higher amount of Phosphorus is in the upper horizons. An important role for the redistribution of Phosphorus is played by the processes of illuviation, gleying and biogenic migration. The quantity of mobile Phosphorus depends multicollinearly on various soil parameters, primarily the soil acidity, the content of organic matter and the soil-absorbing complex. Consequently, it is desirable to use a non-parametric method, in particular cluster analysis, for the evaluation of content and distribution of mobile forms Phosphorus. Phosphate regime of soils depends on the composition of the parent soil rock and soil genesis processes. The fertilizer can significantly change content and spatial distribution of mobile forms of Phosphorus. The choice of methods for determining Phosphorus in soils remains a problem. It is therefore necessary to consider not only guidelines but also the ultimate goal of the study.

**Key words:** mobile forms phosphorus, soil, agroecosystem, soil genesis, profile distribution, method.

**Vyshnevskiy F.<sup>1</sup>, Palamarchuk R.<sup>1</sup>, Dovbysh L.<sup>2</sup>, Zalevskiy R.<sup>3</sup>** Dynamics of humus content in the soil cover of arable land of Andrushivsky district Zhytomyr region // *Agroecological journal*. — 2018. — No. 2. — P. 44–49.

<sup>1</sup> *Zhytomyr Branch of State Institution «Soil Protection Institute of Ukraine»*

<sup>2</sup> *Zhytomyr National Agroecological University*

<sup>3</sup> *Zhytomyr Agrotechnical College*

*e-mail: soils1964@ukr.net*

It was established, that the content of humus in the soil cover of arable land in Andrushivskiy district

of Zhytomyr region at the time of conducting the X round of the survey, regardless of their type and particle size distribution, decreased compared to the II round. The decrease rate of the humus content in the soil cover, in terms of soil types, varies within the range of 4.3–22.0%, and in the section of particle size distribution – within the range of 6.2–24.6% to its initial content. On average, the total stock of humus decreased by 7.3 t/ha. In order to improve the humus soil condition, it is necessary to increase greatly the introduction of organic fertilizers due to manure and peat compost; to expand the area of sederal and perennial legumes growing; to use the by-product as a fertilizer with the addition of nitrogen fertilizers, etc.

**K e y w o r d s:** fertility, soil, arable land, humus, content, average weights, area, tour tours.

**Tertychna O., Svaliavchuk L., Brygas O., Mine-ralov O., Kotsovska K.** Acaricidal properties of essential oils on the population of hamazoid mites of the specieses *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) // Agroecological journal. – 2018. – No. 2. – P. 50–54.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: olyater@ukr.net*

It has been shown that a poultry red mite is a dangerous parasitic of poultry for different technologies of retention not only in Ukraine, but also in the countries of the European Union. *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) is a carrier of infectious diseases, viruses, and harms the health of the person causing dermatitis. Prolonged use of synthetic medicines causes resistance of mite and active substances of insecticides fall into the environment have a negative effect on it. In connection with this, it becomes necessary to use environmentally safe means against the mass spread of poultry red mites on poultry farms. It has been shown acaricidal impact of nine essential oils on populations of parasitic mite species *D. gallinae* *in vitro* by direct contact at three different concentrations of 0.2, 0.4 and 0.6 mg/ml. According to the results of research, essential oils of I group of plants – Basil (*Ocimum basilicum*) and Coriander (*Coriandrum sativum*) were the most effective at a minimum dose of 0.2 mg/ml and for a short duration of action – at the second hour of the experiment. The other two groups of plants also had an acaricidal effect, starting with 3 hours of experiment and for 72 hours. It has been established that essential oils are one of the most environmentally safe methods for controlling chicken mites and is an alternative to synthetic remedy.

**K e y w o r d s:** *D. gallinae*, ectoparasites, acaricidal action, *in vitro*, suspension, essential oils, phytoncides, poultry.

**Matviyenko M.<sup>1</sup>, Bublyk M.<sup>1</sup>, Volkodav V.<sup>2</sup>, Draga M.<sup>2</sup>, Kytayev O.<sup>1</sup>, Khodakivska Yu.<sup>1</sup>** Agroecological assessment of industrial technology of intensive

growing of pear (*Pyrus*) // Agroecological journal. – 2018. – No. 2. – P. 54–61.

<sup>1</sup> *Institute of Horticulture (IP) of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

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

*e-mail: infosadok@gmail.com*

Based on years of research in industrial conditions, the initial efficiency of the energy-efficient technology of the intensive pear garden of the long-term exploitation period on the seed stock with the intermediate dwarf Pirognom insert, compared to modern industrial and resuscitation technologies for pear cultivation based on dwarf quince rootstocks is suggested. The industrial tests of the proposed ecological energy-saving technology of pears were carried out in the experimental garden of the agricultural company «Irpın 2002» (Kyiv region). The garden was founded in 2012 by crowned biennial seedlings on the seed meadow (seedlings of Aleksandrovka variety) with the insert Pirognom, 20 cm in length from the varieties Vizhnitsa, Veresneve Devoe and Noyabrsk. The high competitiveness of this technological development before the traditional ones was confirmed: the harvest of high-quality fruits in the first years of fruiting reached 35–56 tons, has an environmental focus and allows to obtain significant energy savings over a long period of operation. The technology tested in production makes it possible to minimize anthropogenic impacts on production processes and the natural environment as a whole due to the high biological potential – the viability of the rootstock and the design of the tree crown. Thus, the three-component design of the seedlings, patented by us: the strong-grown rootstock with the single-species intermediate dwarf (in relation to pears – Pirognom), operates optimally and maximally utilizes natural components for its vital functions, which allows them to be optimized on the basis of resource saving and ecologization to obtain a stable, high and quality harvest during a long operating period of the existence of the garden

**K e y w o r d s:** pear, rootstock, insert, variety, energy-saving technology, ecofriendly products.

**Gluchenko L.<sup>1</sup>, Kohan A.<sup>1</sup>, Gangur V.<sup>2</sup>, Olepir R.<sup>1</sup>, Len' O.<sup>1</sup>, Bregeda S.<sup>3</sup>** Productivity of winter rye under continuous growing // Agroecological journal. – 2018. – No. 2. – P. 61–67.

<sup>1</sup> *Poltava State Agricultural Research Station named after M.I. Vavilov IS of Institute of pig breeding and agro-industrial production NAAS*

<sup>2</sup> *Institute of pig breeding and agro-industrial production NAAS*

<sup>3</sup> *Poltava Branch of State Institution «Soil Protection Institute of Ukraine»*

*e-mail: v.gangur@rambler.ru*

In the protracted field experiment of Poltava State Agricultural Research Station named after M.I. Vavilov IS of Institute of pig breeding and agro-industrial production NAAS on darkly-grey podzolized soil it is determined that the middle productivity of winter rye at the permanent growing during 1884–2016 is 1.19 ton per hectare. The highest, in absolute values there was a mean yield of grain of winter rye Kharkiv 78 grown during 1983–1992, and 1.58 ton per hectare. Productivity of Kharkiv 95 variety (1999–2009) appeared to be the most subzero – 0.89 ton per hectare. The productivity of winter rye in times of his growing on a permanent area was dynamic, however stale from the change of varieties on more modern with the best genetic potential. As a result of undertaken studies it is set that during the last decade of substantial changes the temperature of air and amount of precipitations tested in comparing to middle perennial data for 132 of observation. The most expressed is conformity to law in relation to the increase of temperature of air. Results over of cross-correlation analysis of intercommunications are also brought between the productivity of grain of winter rye and temperature of air and sum of precipitations after sorts, that the most protracted period of growing in experiment. Clogging of crops of winter rye during the whole period of unaltered winter rye cultivation was high. The amount of weeds in sowing of culture considerably depended on density of plants after a winter period and measure of favourableness of weather terms for a height and development during a spring-years-old period and accordingly forming of high competition ability of sowing of rye in relation to a segetal vegetation. The results of researches are offered to use widely for the grounding of fundamental questions of agriculture, for deep complex researches, demonstration of role of basic factors and terms of life of plants.

**Key words:** winter rye, the permanent occupied, sort, weather terms, clogging, productivity.

**Brovko I., Podgurskaia I., Chabanyuk Y., Kordunyan O.** Biodegradation of herbicides by strains of microorganisms-destroyers // Agroecological journal. – 2018. – No. 2. – P. 68–73.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: nauka25@ukr.net*

The capacity of microorganisms which are destroyers of herbicides based on imazamox, clomazone, glyphosate and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid for growth on the media contains these substances as the single carbon source was investigated. Growth curves of the isolates able to grow on the media contain these herbicides were built and the day when germ culture switch to stationary growth phase was estimated. It was established a fact that isolate biomass increased rapidly and cultures switched to logarithmic phase of growth since the first day of cultivation. These facts

are indicative of the possibility of herbicide involvement into metabolic processes in bacterial cells. The analysis of herbicide degradation in the presence of microorganisms–degraders showed the possibility of imazamox, clomazone, glyphosate and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid destruction up to 82%, 83%, 86%, and 80% on the 7-th cultivation day, respectively. The inability to attain the same herbicide degradation level by means of hydrolytic dissociation on the sterile media was proved.

**Key words:** microbial degraders, imazamox, clomazone, glyphosate, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid.

**Krutyllo D.<sup>1</sup>, Nadkernychna O.<sup>1</sup>, Sherstoboeva O.<sup>2</sup>, Ushakova M<sup>1</sup>.** Correction of soil rhizobial communities under introduction of *Bradyrhizobium japonicum* of different genetic groups // Agroecological journal. – 2018. – No. 2. – P. 73–81.

<sup>1</sup> *Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture of NAAS*

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

*e-mail: krutylodv@gmail.com*

Biological fixation of molecular nitrogen of the atmosphere is one of the main sources of nitrogen in agrocenoses. Due to the ability to fix nitrogen, nodule bacteria are considered to be a valuable genetic resource for biotechnology in agriculture. The scale of the annual production of microbial preparations for the inoculation of legumes by the areas of crops reaches hundreds of millions of hectares. The list of biological preparations for the plant production over the past decade have expanded to include preparations based on microorganisms of various functional groups and preparations of binary action, obtained as a result of a combination of several microorganisms. The possibility of using biological preparations of several strains of rhizobia belonging to the same species has been poorly studied. The aim of our work was to study efficiency of combined application of *B. japonicum* strains from various genetic groups as the preparations base for soybean treatment and assessing their effect in local rhizobial soil communities. The effectiveness of *B. japonicum* 46 + *B. japonicum* KB11 binary composition as the base of Rizobofit and Rizogumin microbial preparations for soybean had been investigated. It is shown that the combination of two strains of soybean nodule bacteria from various genetic groups in biopreparations and their introduction into agrocenosis is able to correct soil rhizobial communities. Soybean seeds treatment with *B. japonicum* strains composition ensures the formation of balanced symbiotic systems with the participation of introduced and local rhizobia. This method allows us to intensify the process of nodule formation, increase the level of symbiotic nitrogen fixation, and increase the yields on 18–35% according to the control (without inoculation). The usage of peat after Rizogumin

biopreparation was the most effective in various soil and climatic conditions.

**Key words:** soil rhizobial communities, *Bradyrhizobium japonicum*, serogroups, symbiotic system, soybean, productivity.

**Shevchenko T., Hlushchenko L.** Features of the use of natural medicinal plants // Agroecological journal. — 2018. — No. 2. — P. 81–86.

*Experimental Station of Medicinal Plants of Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail:ukrviar@ukr.net*

*e-mail:l256@ukr.net*

The peculiarities of naturalization processes of some medicinal species-introductions are investigated. On the example of three types of medicinal plants with different degrees of naturalization — *Glaucium flavum*, *Nepeta grandiflora* Bieb. and *Echinops sphaerocephalus* L. article presents the results of polynomial ecological and morphometric studies, as well as the possibility of using medicinal plant raw materials of naturalized species for the needs of pharmaceutical enterprises. The content of biologically active substances in the raw materials of the specified species meets the regulatory requirements and does not depend on growing conditions — for *Glaucium flavum* — the content of glaucine 1.2%, *Nepeta grandiflora* — the content of essential oils 0.24%, *Echinops sphaerocephalus* — the content of native alkaloid 1.5%. The study of ecological and coenotic peculiarities of introductions, naturalized in natural and artificial coenoses, suggests that the highest naturalization occurs within ruderal ecotops. According to the results of 10 years of research, it was established that the biometric indices of naturalized plants did not differ from similar indices of plants grown in the areas of the collection or in fields, in particular, in terms of the height and yield of raw materials. Important indicators for assessing adaptation to growing conditions are winter hardiness and drought tolerance. Naturalized plants have the same, and sometimes, higher indices of winter resistance and drought tolerance, and therefore can be a valuable source for selection work.

**Key words:** introduction, naturalization, ecotopes, medicinal plants, biologically active substances.

**Symochko L.<sup>1</sup>, Demyanyuk O.<sup>2</sup>** Soil microbiome of cultural plants under different agrotechnologies // Agroecological journal. — 2018. — No. 2. — P. 87–93.

<sup>1</sup> *Uzhhorod National University*

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

*e-mail: lyudmilassem@gmail.com*

The results of research of soil microbiome of plants: *Capsicum annuum*, *Vitis vinifera*, *Rubus idaeus* L.,

*Petroselinum crispum* cultivated in open and closed ground are presented. The biological activity of the soil under the condition of using different agrotechnologies is investigated. The taxonomic structure of microbial community has been determined by biochemical markers. The screening of conditionally pathogenic and pathogenic microorganisms of soil microbiome that have multiple antibiotic resistances is performed. It is established that modern agroecosystems are the source of the spread of pathogenic and opportunistic antibiotic resistant microorganisms. In total, 64 isolates were selected and tested. Antibiotic resistance anaerobic microbiota were isolated from the closed ground where raspberry was cultivated: *Clostridium perfringens* (resistant to erythromycin, clindamycin, tetracycline, rifampicin, amoxicillin, moderately sensitive to metronidazole and vancomycin sensitive), *Clostridium oedematiens* (moderately susceptible to amoxicillin and vancomycin), *Clostridium difficile* (only sensitive to metranidazole). A significant number of aerobic microorganisms with multiple antibiotic resistances were isolated from the closed ground where raspberry is cultivated: *Enterobacter cloacae*, *Enterococcus faecalis*, *Hafnia alvei*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus mycoides*, and *Pseudomonas aeruginosa*. The following bacteria were isolated from the agroecosystem of parsley: *Bacillus mycoides*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enterica*, *Enterococcus faecalis*. It has been established that the most spread antibiotic resistant aerobic and anaerobic microbiota in closed ground agroecosystems of raspberry and parsley. Consequently, agroecosystems are the source of the spread of pathogenic and opportunistic microorganisms with multiple antibiotic resistance and endangering human health.

**Key words:** microbiome, soil, agroecosystem, antibiotic resistance, microorganisms, agrotechnology.

**Boiko A.<sup>1</sup>, Tsvigun V.<sup>2</sup>** Distribution of bacteriosis induced by *Erwinia amylovora* in various types of plants of Polissya biocenosis under condition of pathogen contamination by bacteriophage // Agroecological journal. — 2018. — No. 2. — P. 93–96.

<sup>1</sup> *D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NASU*

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

*e-mail: vika-natceovich@ukr.net*

The study results of the spread of bacterial disease induced by *Erwinia amylovora*, which is the carrier of bacteriophages on pears, quince, hawthorn, hazel and other types of plants in the environment in different climatic regions of Polissya. Based on the survey a detailed assessment of the affected plant habitus, based on their growth and development during the growing season is presented. At the same time, plants, leaves, branches, fruits and root system were analyzed for

the detection of pathogens. It was investigated that blackening of leaves and drying of tops and lateral branches in pears, apple and stone species of plants are the main symptoms of fireblight. Characteristically, the middle tier of plants is often affected by pathogens in a mixed complex infection. This complex infectious and pathological process is especially evident in recent years under conditions of warming up the climate. Microbiological, virological and environmental methods were used in the work. It is important that new opportunities for the accumulation of phages are opened on the basis of taking into account the development of bacterial disease in various plant species, which are common in forest ecosystems, parks, reserves and agrocenoses. Such studies, in our opinion, create the preconditions for the discovery of plant-reservoirs of bacteria and its phages in combination with phytovirus, microscopic fungi. Taking into account the considerable spread of fireblight in plants, an important task today in the agro-industrial complex is to use stable varieties of crops against the pathogen of this disease.

**Key words:** *Erwinia amylovora*, bacteriophages, biocenosis.

**Tyrus M.** Effectiveness of foliar feeding puffiness of sugar beets on dark gray podzolic soils of Western Forest-steppe // Agroecological journal. — 2018. — No. 2. — P. 97–101.

*Lviv National Agrarian University*  
e-mail: tyrusmaria0408@gmail.com

It is determined that under western Forest-Steppe of Ukraine conditions methods of soil tillage did not have a significant influence on the dynamics of the

mass increase of sugar beets plants on dark grey podzolic light loamy soils. The processes of forming the mass of root crops and leaves during the growing season depended more heavily on the phases of growth and development of sugar beet and almost did not depend on the methods of cultivating the soil such as traditional deep plowing on 28–30 cm and shallow no-plow tillage on 14–16 cm. On July 15 we marked intensive growth of the mass of the leaves. Depending on the method of the main cultivation of soil and leaf feeding, the weight of the leaves was 1.6 times greater than the weight of the root crops. On August 15, the weight of the leaves reached its maximum, the ratio of the leaves to the root, depending on the method of soil cultivation and foliar feeding was within the range of 1.0–1.1. The record keeping of September 15 shows that the ratio between the leaves and the root crop, depending on the method of soil cultivation and leaf feeding, was within the range of 0.7. Significant differences in indicators, depending on the cultivation of the soil, were not recorded, the plants developed approximately at the same level. The foliar feeding is a measure that promotes the mass increase of root crops and assimilation leaf surface. The optimum is the use of a mixture of carbamide  $N_{4.62}$  kg a.i. + magnesium sulfate 1,67 kg. a.i. + microelements Crystallon, which provided the largest mass of root crops: on July 15 – 133–126 g, on August 15 – 239–233 g, on September 15 – 291–299 g, while harvesting – 312–303 g and joints respectively: 221–205 g, 258–240 g, 204–203 g, 178–176 g.

**Key words:** sugar beets, foliar feeding, microelements, magnesium sulfate, carbamide, yielding capacity, sugar content.

---

---

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

---

---

**Бойко Анастасія Анатолівна**, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, e-mail: agroecology\_naan@ukr.net

**Брегеда Сергій Григорович**, Полтавська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Полтава, e-mail: poltava@iogu.gov.ua

**Бригас Олена Петрівна**, кандидат біологічних наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: brygas\_o@ukr.net

**Бровко Ірина Степанівна**, кандидат біологічних наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: irinkacv26@gmail.com

**Бублик Микола Олександрович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, Інститут садівництва НААН, с. Новосілки, Київська обл., e-mail: mbublyk@ukr.net

**Вишневський Франц Олексійович**, Житомирська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Житомир, e-mail: zhytomyr@iogu.gov.ua

**Власова Олена Веніамінівна**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ, e-mail: elena\_vl2001@ukr.net

**Волкодав Віктор Володимирович**, кандидат сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: agroecology\_naan@ukr.net

**Гангур Володимир Васильович**, Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН, м. Полтава, e-mail: v.gangur@ Rambler.ru

**Глушенко Леонід Данилович**, Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція ім. М.І. Вавилова Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН, м. Полтава, e-mail: v.gangur@ Rambler.ru

**Глушенко Людмила Анатоліївна**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування НААН, с. Березоточа, Полтавська обл., e-mail: l256@ukr.net

**Дем'янюк Олена Сергіївна**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: demolena@ukr.net

**Дмитрук Юрій Михайлович**, доктор біологічних наук, професор, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, м. Чернівці, e-mail: Yuri.dmy@gmail.com

**Довбиш Лариса Леонідівна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Житомирський національний агроекологічний університет, м. Житомир, e-mail: dov.1.1@bk.ru

**Драга Мар'яна Василівна**, кандидат біологічних наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: m\_draga@hotmail.com

**Егорова Тетяна Михайлівна**, доктор сільськогосподарських наук, доцент, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: egorova\_geochem@ukr.net

**Залевський Роман Антонович**, кандидат сільськогосподарських наук, Житомирський агротехнічний коледж, м. Житомир, e-mail: renon@meta.ua

**Китаєв Олег Ігоревич**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник,



Інститут садівництва НААН, с. Новосілки, Київська обл., e-mail: infosadok@gmail.com

**Кордунян Олександр Олегович**, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: nauka25@ukr.net

**Кохан Андрій Володимирович**, Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція ім. М.І. Вавилова Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН, м. Полтава, e-mail: v.gangur@rambler.ru

**Коцовська Катерина Василівна**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: kukurkv@i.ua

**Крутило Дмитро Валерійович**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, e-mail: krutylov@gmail.com

**Лень Олександр Іванович**, кандидат сільськогосподарських наук, Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція ім. М.І. Вавилова Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН, м. Полтава, e-mail: piarpv.poltava@list.ua; vavilova@ukr.net

**Матвієнко Микола Васильович**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут садівництва НААН, с. Новосілки, Київська обл., e-mail: infosadok@gmail.com

**Мінералов Олег Іванович**, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: mineralovo@gmail.com

**Мудрак Галина Василівна**, кандидат географічних наук, доцент, Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, e-mail: galina170971@ukr.net

**Мудрак Олександр Васильович**, доктор сільськогосподарських наук, професор,

КВНЗ «Вінницька академія неперервної освіти», м. Вінниця, e-mail: ov\_mudrak@ukr.net

**Надкернична Олена Володимирівна**, доктор біологічних наук, професор, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, e-mail: krutylov@gmail.com

**Овчинникова Юлія Юріївна**, Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця, e-mail: yu.ovchinnikova@donnu.edu.ua

**Олепир Роман Вікторович**, Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція ім. М.І. Вавилова Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН, м. Полтава, e-mail: v.gangur@rambler.ru

**Паламарчук Роман Павлович**, Житомирська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Житомир, e-mail: piarpv.poltava@list.ua; vavilova@ukr.net

**Парашенко Ірина В'ячеславівна**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: agroecology\_naan@ukr.net

**Подгурська Ірина Олександрівна**, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, e-mail: podhurska@rizoaktiv.com

**Свалявчук Лариса Іванівна**, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: svaliavchuklarisa@ukr.net

**Симочко Людмила Юріївна**, кандидат біологічних наук, доцент, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, e-mail: lyudmilassem@gmail.com

**Собко Володимир Іванович**, Чернівецька філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів Укра-

їни», м. Чернівці, e-mail: chernivtsi@iogu.gov.ua

**Тертична Ольга Василівна**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: olyater@ukr.net

**Тимошенко Людмила Михайлівна**, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: Lyudmila\_Tymoshenko@bigmir.net

**Тирусь Марія Львівна**, Львівський національний аграрний університет, м. Дубляни, Львівська обл., e-mail: tyrusmaria0408@gmail.com

**Ушакова Маргарита Анатоліївна**, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, e-mail: krutylodv@gmail.com

**Ходаківська Юлія Борисівна**, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут са-

дівництва НААН, с. Новосілки, Київська обл., e-mail: infosadok@gmail.com

**Цвігун Вікторія Олександрівна**, кандидат біологічних наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: vika-natceovich@ukr.net

**Чабанюк Ярослав Васильович**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: nauka25@ukr.net

**Шевченко Тетяна Леонідівна**, Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування НААН, с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., e-mail: ukrvilar@ukr.net

**Шерстобєва Олена Володимирівна**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: ovsher@ukr.net

# ДО УВАГИ ПЕРЕДПЛАТНИКІВ!

*Триває передплата*

**«АГРОЕКОЛОГІЧНОГО ЖУРНАЛУ»**

**на 2018 рік**

*«Агроекологічний журнал» — щоквартальний науково-теоретичний часопис, засновниками якого є Інститут агроекології і природокористування Національної академії аграрних наук України, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України».*

*«Агроекологічний журнал» публікує:*

- статті, присвячені актуальним дослідженням у галузі агроекології;*
- науково-методичні праці;*
- теоретичні розробки з викладенням нових гіпотез, принципів, підходів до розв'язання агроекологічних проблем;*
- оглядові статті з найактуальніших проблем аграрної науки;*
- позачергово статті молодих вчених та здобувачів.*

*«Агроекологічний журнал» внесено до переліку наукових фахових видань ДАК України, що публікують результати дисертаційних досліджень із сільськогосподарських та біологічних наук, і 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).*

*Передплатити «Агроекологічний журнал» можна в усіх пунктах передплати та відділеннях зв'язку*

**Передплатний індекс журналу 23828**