

ISSN 2077–4893

# АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ



4•2017

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 № 10 від 17.XI.2017)  
Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 21008-10808 ПР від 15.10.2014**

---

---

Підписано до друку 24.XI.2017 р. Формат 70×100/16. Друк офсетний.  
Ум. друк. арк. 11,92. Наклад 250 прим. Зам. № АЕ-04–17.  
Оригінал-макет та друк ТОВ «ДІА». 03022, Київ-22, вул. Васильківська, 45

---

---

# АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

---

4•2017



КИЇВ • 2017

# АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

4 • 2017

# AGROECOLOGICAL JOURNAL

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



### 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>РАДЧЕНКО В.Г.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф., акад. НАН України (Київ)         |
| <b>БОРОДАЙ В.П.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Київ)                         | <b>СОЗІНОВ О.О.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф., акад. НАН України і НААН (Київ)   |
| <b>БУЛИГІН С.Ю.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН (Київ)             | <b>СТАДНИК А.П.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф., акад. ЛАН України (Біла Церква)   |
| <b>ГРИНИК І.В.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН (Київ)              | <b>ТАРАРІКО О.Г.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН (Київ)                |
| <b>ГУДКОВ І.М.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф., акад. НААН (Київ)              | <b>ТАРАСЮК С.І.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф., чл.-кор. 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>ВОЛКОВ С.М.</b> ,<br>д-р екон. наук, проф., акад. РАН (Російська Федерація)    |
| <b>КОНІЩУК В.В.</b> ,<br>д-р біол. наук, старш. наук. співроб. (Київ)         | <b>ЖЯКОНЕНЕ В.Ю.</b> ,<br>д-р біомед. наук, проф. (Литовська Республіка)          |
| <b>КОПИЛОВ Є.П.</b> ,<br>д-р біол. наук, старш. наук. співроб. (Чернігів)     | <b>КОЛМИКОВ А.В.</b> ,<br>д-р екон. наук (Республіка Білорусь)                    |
| <b>КУЧМА М.Д.</b> ,<br>д-р с.-г. наук (Київ)                                  | <b>КОВАЛЬСЬКІ А.</b> ,<br>д-р екон. наук, проф. (Республіка Польща)               |
| <b>ЛАВРОВ В.В.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Біла Церква)                   | <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>МОКЛЯЧУК Л.І.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Київ)                        | <b>СОБЧИК В.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Республіка Польща)                   |
| <b>ПАЛАПА Н.В.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб. (Київ)          | <b>ТИХОНОВИЧ І.А.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф., акад. РАН (Російська Федерація) |
| <b>ПАРПАН В.І.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф. (Івано-Франківськ)              |                                                                                   |
| <b>ПАРФЕНЮК А.І.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф. (Київ)                        |                                                                                   |
| <b>ПРІСТЕР Б.С.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф., акад. НААН (Київ)             |                                                                                   |

**РАЦІОНАЛЬНЕ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

**Мудрак О.В., Овчинникова Ю.Ю.**  
Східне Поділля — репрезентативний регіон національної екомережі

**АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ  
МОНІТОРИНГ**

**Риженко Н.О.**  
Нормування фітотоксичності металів у агроecosистемі

**Романчук Л.Д., Федонюк Т.П., Федонюк Р.Г.**  
Техногенне навантаження Східної пром-зони м. Житомира на рослинний покрив прилеглих територій

**Лазарєв М.М., Ландін В.П., Косарчук О.В., Поліщук С.В., Левчук С.Є.**  
Радіоекологічна оцінка деревної золи в населених пунктах півночі Житомирського Полісся

**Аристархова Е.О.**  
Оцінювання токсичності вод поверхневих джерел водопостачання та питної води м. Житомира методом короткотривалого хронічного біотестування

**РОДЮЧІСТЬ  
І ОХОРОНА ҐРУНТІВ**

**Канівець С.В., Орел О.Є., Волков П.О., Краснов З.В., Десенко В.Г., Шигимага І.Л., Чабовська О.І.**  
Вплив природних і агротехнічних чинників на ерозійну деградацію чорнозему звичайного

**Бандурович Ю.Ю., Фандалиук А.В., Романова С.А., Полічко В.С.**  
Еколого-агрохімічна оцінка ґрунтів Закарпаття

**Лико Д.В., Лико С.М., Портухай О.І., Безверха О.В.**  
Целюлозолітична активність дерново-підзолистого ґрунту різних біотопів

**RATIONAL NATURAL  
MANAGEMENT**

7 **Mudrak A., Ovchynnykova Yu.**  
Eastern Podillia — a representative region of the national environmental network

**AGROECOLOGICAL  
MONITORING**

14 **Ryzenko N.**  
Phytotoxicological normalization of metals in agroecosystem

22 **Romanchuk L., Fedonyuk T., Fedonyuk R.**  
Technogenic loading of eastern industrial zone of Zhytomyr on vegetation of adjoining ecosystems

29 **Lazarev M., Landin V., Kosarchuk O., Polischuk S., Levchuk S.**  
Radioecological assessment of wood ash in the settlements of the north of Zhytomyr Polissya

36 **Arystarkhova E.**  
Evaluation of toxicity of waters from the surface sources of water supply and drinking water of Zhytomyr city by the method of short-term chronic biotesting

**FERTILITY  
AND PROTECTION OF SOILS**

41 **Kanivets S., Orel O., Volkov P., Krasnov Z., Desenko V., Shyhymaha I., Chabovska O.**  
Influence of natural and agrotechnical factors on the ordinary chernozem erosive degradation

46 **Bandurovich Y., Fandaliuk A., Romanova S., Polichko V.**  
Qualitative evaluation of soils in Transcarpathia according to the Results of the X Round of Agrochemical Research

53 **Lyko D., Lyko S., Portukhai O., Bezverkha O.**  
Cellulolytic activity of soddy-podzolic soils on different biotops

## ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ АГРОТЕХНОЛОГІЇ

**Демидов О.А., Гудзенко В.М.,  
Сардак М.О., Іщенко В.А.,  
Дем'янюк О.С.**

Екологічне сортовипробування ячменю  
ярого на завершальному етапі селекції

**Кучерявенко О.О., Пиріг О.В.,  
Будзанівська І.Г.**

Вплив мікробних препаратів на продук-  
тивність та якість рослин картоплі з куль-  
тури *in vitro* за дії МВК

**Сірік О.М., Глущенко Л.А.**

Шкодочинність церкоспорозу на росли-  
нах ехінацеї пурпурової (*Echinacea pur-  
purea* (L.) Moenh)

**Драга М.В., Кічігіна О.О.,  
Зацарінна Ю.О., Цибро Ю.А.**

Посівні якості насіння сільськогосподар-  
ських культур за дії органо-мінерального  
добрива Viteri 8-4-5

**Савчук І.М., Мельничук О.П.**

Накопичення важких металів (Pb і Cd)  
у яловичині за використання в раціонах  
тритикале з люпином

## БІОРИЗНОМАНІТТА ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

**Конішчук В.В., Баточенко В.М.,  
Паньковська Г.П.**

Фітосозологічний аналіз гідроекосистем  
НПП «Північне Поділля»

**Тимошенко Л.М., Федько Р.М.**

Морфобіологічні зміни вегетативних ор-  
ганів липи серцелистої (*Tilia cordata* L.) в  
умовах міських населених пунктів

**Хижняк С.В., Поліщук С.В.,  
Самкова О.П., Конопольський О.П.,  
Войціцький В.М.**

Екотоксикологічна оцінка сучасних гербі-  
цидів за їх впливом на мезофауну ґрунту

**Тертична О.В., Шинкаренко В.К.,  
Пінчук В.О., Бригас О.П.,  
Коцовська К.В.**

Біоіндикація екологічного стресу навко-  
ло підприємств промислового птахівни-  
цтва

## ENVIRONMENTALLY SAFE AGROTECHNOLOGIES

58 **Demydov O.A, Hudzenko V.,  
Sardak M., Ishchenko V.,  
Demyanyuk O.**

Ecological spring barley strain testing on  
the final stage of breeding

65 **Kucheryavenko O., Pyrih O.,  
Budzanivska I.**

Influence of microbial preparations on pro-  
ductiveness and quality of potato plants  
from in vitro culture under PVM

71 **Sirik O. Hlushchenko L.**

Assessment of cercosporosa harmfulness on  
the (*Echinacea purpurea* (L.) Moenh)

76 **Draga M., Kichigina O., Zatsarinna Yu.,  
Tsybro Yu.**

Seed quality of crops seeds under the action  
of organomineral fertilizer Viteri 8-4-5

82 **Savchuk I., Melnychuk P.**

The heavy metals (Pb and Cd) accumula-  
tion in beef meat when using triticale and  
lupin in a diet

## BIODIVERSITY AND BIOSAFETY OF ECOSYSTEMS

87 **Konishchuk V., Batochenko V.,  
Pankovska G.**

Phytosociological analysis of hydro ecosys-  
tems of the NDP «North Podillya»

95 **Tymoshenko L., Fedko R.**

Morpho-biological changes of vegetative  
organs of small-leaved linden (*Tilia cordata*  
L.) in conditions of urban settlements of  
Poltava region

100 **Khyzhnyak S., Polishchuk S., Samkova  
O., Konopol'skiy O., Voitsitskiy V.**

Ecotoxicity evaluation of modern herbicides  
by their effect on the soil mesofauna

107 **Tertychna O., Shynkarenko V.,  
Pinchuk V., Brygas O.,  
Kotsovska K.**

Bioindication of ecological stress around  
enterprises of industrial poultry far-  
ming

|                                                                                                                                                                               |     |                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Орловський А.В., Бойко А.А.,<br/>Сус Н.П., Цвігун В.О.</b>                                                                                                                 | 114 | <b>Orlovsky A., Boiko A., Sos N.,<br/>Zvigun V.</b>                                                                                       |
| Бактеріальні та вірусні вогнища хвороб<br>деревних рослин лісових біоценозів                                                                                                  |     | Bacterial and viral hemorrhages of tree<br>plants of forest biocenoses                                                                    |
| <b>Захарчук В.А.</b>                                                                                                                                                          | 117 | <b>Zakharchuk V.</b>                                                                                                                      |
| Вплив екологічних чинників на віднов-<br>лення лісових екосистем на перелогах<br>Житомирського Полісся                                                                        |     | Influence of ecological factors of forest eco-<br>system restoration on the floodplains of<br>Zhytomyr Polissya                           |
| <b>Вергунов В.А., Юрчак Е.В.</b>                                                                                                                                              | 123 | <b>Vergunov V., Yurchak E.</b>                                                                                                            |
| Становлення та розвиток екологічних<br>аспектів хімічної взаємодії рослин в<br>Україні (до 80-річчя від дня народжен-<br>ня доктора сільськогосподарських наук<br>Л.Д. Юрчак) |     | Environmental aspects of chemical in-<br>teraction of plants in creative heritage of<br>L. YURCHAK (to the 80-th anniversary<br>of birth) |
| <b>ЮВІЛЕЙ</b>                                                                                                                                                                 |     | <b>JUBILEE</b>                                                                                                                            |
| Д.К. Моторному — 90                                                                                                                                                           | 131 | D. Motornyy — 90                                                                                                                          |
| <b>НЕКРОЛОГ</b>                                                                                                                                                               |     | <b>OBITUARY</b>                                                                                                                           |
| Пам'яті В.П. Поліщука                                                                                                                                                         | 132 | To the memory of V. Polishchuk                                                                                                            |

# РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 502.11:502.15(477.44)

## СХІДНЕ ПОДІЛЛЯ — РЕПРЕЗЕНТАТИВНИЙ РЕГІОН НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОМЕРЕЖІ

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

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

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

*На основі геоботанічних, ландшафтно-екологічних, гідроекологічних, лісотипологічних, агроекологічних, системних, репрезентативних, зоогеографічних принципів і підходів розроблено схему регіональної екомережі Східного Поділля. Виділено різні типи структурних елементів екомережі: ключових, сполучних, буферних і відновлювальних територій; визначено їх географічну приуроченість, площу, статус. З'ясовано, що екомережу регіону формують 24 ключових, 16 сполучних і 60 відновлювальних територій. Площа структурних елементів екомережі Східного Поділля (ключових, сполучних і відновлювальних територій) становить 884087,53 га, або 33,37% від загальної площі території регіону, тому потребує істотного вдосконалення.*

**Ключові слова:** біотичне і ландшафтне різноманіття, структурні елементи екомережі, природно-заповідний фонд, збалансований розвиток, Східне Поділля.

Збереження біотичного і ландшафтно-географічного різноманіття є одним з найважливіших завдань збалансованого розвитку суспільства. Для його збереження і відтворення необхідно сформулювати ефективну екомережу.

Теоретичне обґрунтування, науково-методична розробка та розв'язання проблем охорони, збереження й відтворення біотичного і ландшафтного різноманіття є актуальним і важливим завданням для створення і реалізації екомережі (ЕМ), аналізу її територіальної структури, формування політики збалансованого природокористування у Східному Поділлі.

Мета досліджень — розробити схему ЕМ Східного Поділля з виділенням структурних елементів та висвітлити значення регіону в структурі національної ЕМ.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкт дослідження — структурні елементи ЕМ Східного Поділля: ключові території (КТ) або природні чи еталонні ядра, сполучні території (екологічні коридо-

ри — ЕК), буферні зони (БЗ) й відновлювальні території (ВТ). Ці елементи у своїй неперервній єдності створюють екомережу, яка функціонально має об'єднати осередки біотичного і ландшафтного різноманіття в єдину просторово-територіальну систему. Використовували: реєстр природно-заповідного фонду (ПЗФ) Вінницької області, визначники рослин і тварин, Червону і Зелену книги України, методичні рекомендації щодо формування схеми регіональної екомережі (РЕМ) та заходи з її реалізації [1–6].

Основні підходи і методи формування ЕМ — геоботанічний, зоогеографічний, ландшафтно-екологічний, гідроекологічний, лісотипологічний, агроекологічний, системний, репрезентативний, моніторинговий, картографічний, польовий.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Екомережа — єдина природно-територіальна система, призначення якої є забезпечення екосистемної цілісності, ценотичної повноцінності, біоландшафтного репрезентативності через поєднання територій і об'єктів ПЗФ, а також інших територій,

що мають особливу цінність для охорони навколишнього природного середовища (НПС), раціонального природокористування, забезпечують соціально-економічний розвиток місцевого населення й екологічну стабілізацію території [4, 7].

Для Східного Поділля, природний комплекс якого становить 4,5% території держави і розташовується в межах найбільш окультуреного регіону — Правобережного Лісостепу України, проблеми збереження і відтворення біотичного і ландшафтного різноманіття, стабілізації екологічної рівноваги, підвищення продуктивності екосистем, охорони здоров'я населення завдяки поліпшенню умов його проживання, забезпечення збалансованого розвитку суспільства є надзвичайно актуальними і важливими [8].

Східне Поділля розкинулося на правобережжі Дніпра в межах Придніпровської і Подільської височин. На заході межує з Чернівецькою і Хмельницькою, на півночі — з Житомирською, на сході — з Київською, Кіровоградською і Черкаською, на півдні — з Одеською областями та з Республікою Молдова, у т.ч. з невизнаним Придністров'ям (протяжність кордону — 202 км). Довжина з півночі на південь — 204 км, із заходу на схід — 196 км. Площа регіону становить 26,5 тис. км<sup>2</sup> (4,5% території України) [2].

За геоботанічним районуванням України (ГБРУ) за 2003 р. Східне Поділля належить до Євразійської степової області Голарктичного домініону. До її складу входить Лісостепова підобласть Східно-європейської лісостепової провінції дубових лісів, остепнених лук і лучних степів Української лісостепової підпровінції з центральною і північною частинами Північно-Подільського округу грабово-дубових, дубових лісів, остепнених лук і лучних степів, північно-східною частиною Північного Правобережнопридніпровського округу грабово-дубових, дубових лісів, остепнених лук і лучних степів, східною частиною Центрального Правобережнопридніпровського округу грабово-дубових, дубових лісів та лучних степів, південною

частиною Південно-Подільського округу дубових лісів і лучних степів та вся територія Центрально-Подільського округу грабово-дубових і дубових лісів та суходільних лук [9].

Територія Східного Поділля, згідно із фізико-географічним районуванням України (ФГРУ) за 2005 р., належить до Східно-європейської рівнинної ландшафтно-країни лісостепової зони. До її складу входить Дністровсько-Дніпровський лісостеповий край з частиною північно-західної і північно-східної Придніпровської височинної області, Центрально-Придніпровського і Південно-Подільського лісостепу, всією територією Придністровсько-Східно-Подільського і Середньобузького Лісостепу [10].

Основною методичною засадою практичного впровадження локальних і регіональних ЕМ, як складових національної екомережі (НЕМ), має бути принцип запобігання фрагментації екосистем/ландшафтів. Для цього ЕМ різного рівня повинні бути узгоджені між собою: локальна (місцева) — з районною, районна — з обласною, обласна — з регіональною, регіональна — з національною, національна — з європейською, європейська — з планетарною. Наразі необхідно створити цілісну систему різнорівневих ЕМ: планетарну (біосферну) — континентальну (європейську) — національну — регіональну — обласну — районну — локальну [11].

Рівні схем ЕМ зображують на картах різного масштабу: а) *міжнародний* — формуються структурні елементи НЕМ, які поєднують на карті масштабом 1:1000000; б) *національний* — формуються структурні елементи НЕМ загальнодержавного значення, які потім відображають на картах масштабом 1:500000/750000; в) *регіональний* — формуються структурні елементи НЕМ регіонального значення. На картах масштабом 1:200000 відображають структурні елементи національного і регіонального значення; г) *місцевий* — формуються структурні елементи РЕМ. Їх відтворюють на картах масштабом 1:50000, 1:10000 та ін. (залежно від площі району, сільради, населеного пункту). На всіх чотирьох рів-



нях забезпечується також горизонтальне погодження природоохоронної діяльності в транскордонному та системному контекстах [5].

На території Східного Поділля структурні елементи ЕМ мають чотири рівні: міжнародний, національний, регіональний (міжобласний), локальний. Основою КТ (природних ядер — БЦ) міжнародного рівня слугують міждержавні (транскордонні) заповідні території (РЛП площею не менше 5000 га), що є «вузлом» єднання суміжних ЕМ країн Європи (Республіки Молдова). Основою КТ національного рівня є БЦ функціонуючих і перспективних НПП площею не менше 1000 га, які репрезентують найбільш унікальне ландшафтно-ценотичне й видове різноманіття. Так, БЦ регіонального рівня формуються на основі територій функціонуючих і перспективних заказників загальнодержавного і місцевого значення, заповідних зон РЛП, пам'яток природи загальнодержавного значення площею понад 500 га, які репрезентують біосферні резервати (БР), унікальні, типові природні комплекси фізико-географічних областей і районів; БЦ локального рівня відносяться до території функціонуючих і перспективних заказників і пам'яток природи загальнодержавного й місцевого значення, РЛП, заповідних урочищ площею менше 500 га, які репрезентують БР та типові природні комплекси і групи ландшафтів [8].

Проаналізувавши зведену регіональну схему формування екомережі України, статистичні довідники, реєстр ПЗФ Вінницької області, дані ДП «Вінницький науково-дослідний та проектний інститут землеустрою», Департаменту агропромислового розвитку, екології та природних ресурсів Вінницької ОДА, Вінницького обласного управління лісового та мисливського господарства, Вінницького обласного комунального спеціалізованого лісгосподарського підприємства «ВІНО-БЛАГРОЛІС», Вінницького регіонального управління водних ресурсів і провівши польові дослідження, нами розроблено схему ЕМ Східного Поділля (рис.). Згідно із запропонованою схемою, виділено 24

ключових і 16 сполучних територій: одне ядро міжнародного рівня (Дністерське площею 18230 га, до складу якого входять проєктовані водно-болотні угіддя (ВБУ) міжнародного значення «Долина річки Дністер» (5394 га), 3 — національного рівня (78543,9), 9 — регіонального (22366,33), 11 — локального рівня (4417,7 га) (табл. 1, 2). Загальна площа природних ядер налічує 123557,93 га, що становить 4,66% від загальної площі регіону. До ядер національного рівня відносяться: Центральнo-Подільське (46420 га), Середньобузьке (16730), Кармелюково-Подільське (15393,9 га); до ядер регіонального (міжобласного) рівня — Мурафське (10068,93 га), Згарське (3018,7), Буго-Собське (1503), Буго-Деснянське (1073), Гармацьке (456), Лядовське (3503), Наддністрянське (1229,1), Гопчицько-Надроське (982,2), Сандрацько-Березнянське (532,4 га); до ядер локального рівня — Рівське (346,5 га), Іллінецько-Дашівське (546), Самчинецьке (218), Грабарківське (487), Журавлівське (595), Сестринівське (48), Устянське (173), Горячківсько-Княгининське (1035,2), Крушинівське (604), Мазуровецьке (214,3), Копистирицьке (150,7 га).

Сполучними територіями на Східному Поділлі слугують три ЕК національного рівня: Південнобузький (площею 211232 га, як частина Бузького меридіонального ЕК), Дністерський (66421 га — Дністерського меридіонального ЕК), Південно-Подільський (28753 га — Південноукраїнського широтного ЕК), шість — регіонального (міжобласного) рівня (Мурафсько-Товтровий, Згарський, Гнилоп'ятсько-Собський, Деснянсько-Роський, Рівський, Удицький), сім — локального рівня (Сниводський, Дохнянський, Лядовський, Немийський, Мурафський, Русавський, Сільницький), як правило, малі і середні річки II і III-го порядків, деякі лісові ділянки, водно-болотні угіддя (ВБУ), лісосмуги. Площа ЕК становить 688487 га, або 25,98% від загальної площі регіону. Отже, до складу ЕМ Східного Поділля планується залучити 812044,93 га земель ключових і сполучних територій, що становить 30,64% від загаль-

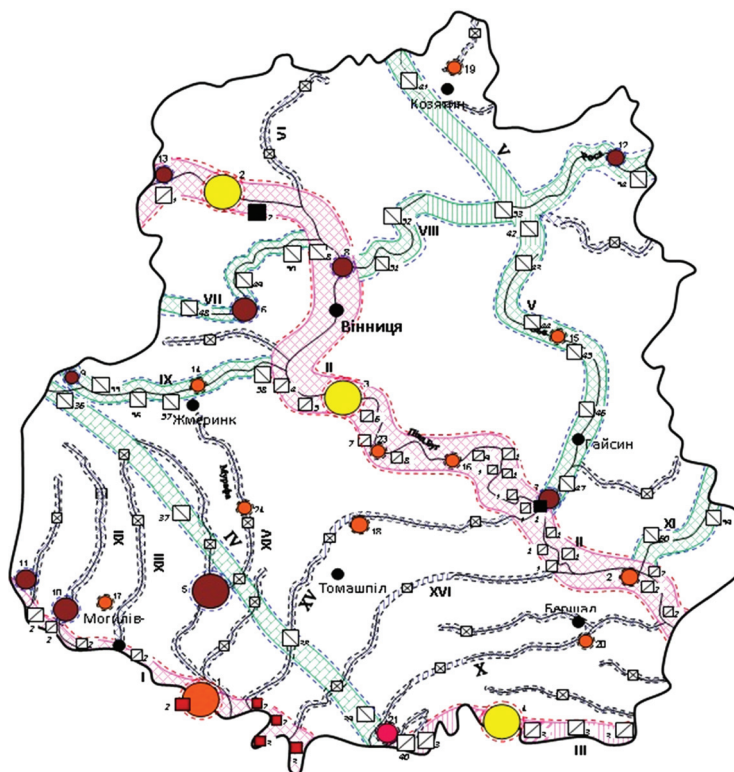
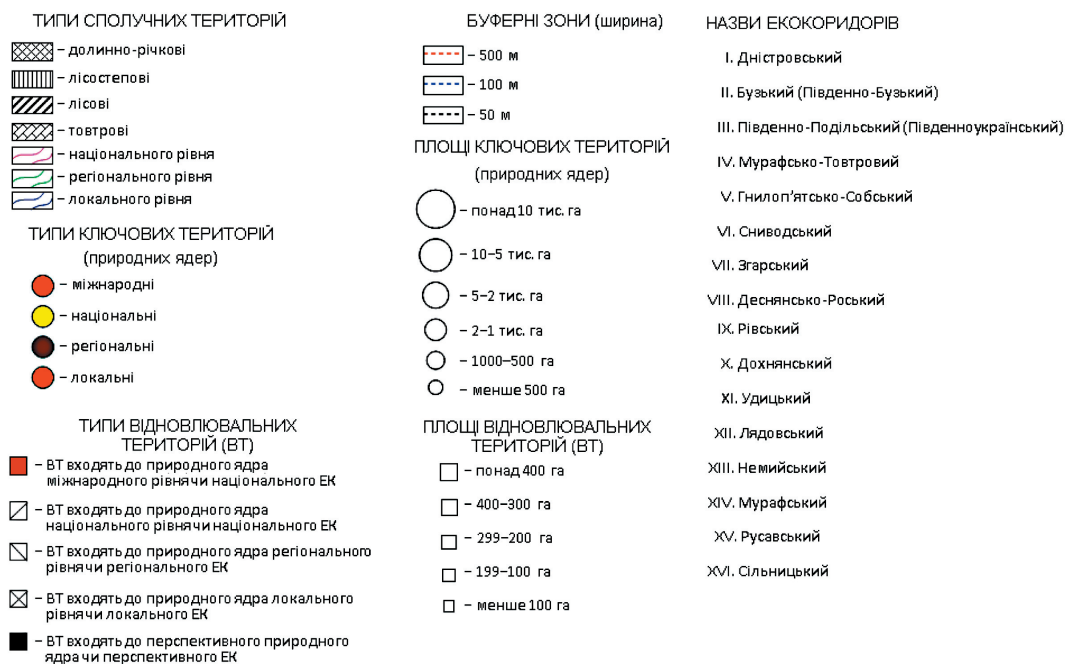


Схема екологічної мережі Східного Поділля:





Таблиця 1

## Структурні елементи екомережі Східного Поділля за КТ

| №             | Ключові території (природні ядра, біоцентри) | Статус у ЕМ  | Площа, га        |
|---------------|----------------------------------------------|--------------|------------------|
| 1             | Дністерська                                  | Міжнародний  | 18230            |
| 2             | Центрально-Подільська                        | Національний | 46420            |
| 3             | Середньобузька                               | Національний | 16730            |
| 4             | Кармелюково-Подільська                       | Національний | 15393,9          |
| 5             | Мурафська                                    | Регіональний | 10068,93         |
| 6             | Згарська                                     | Регіональний | 3018,7           |
| 7             | Буго-Собська                                 | Регіональний | 1503             |
| 8             | Буго-Деснянська                              | Регіональний | 1073             |
| 9             | Гармацька                                    | Регіональний | 456              |
| 10            | Лядовська                                    | Регіональний | 3503             |
| 11            | Наддністрянська                              | Регіональний | 1229,1           |
| 12            | Гопчицько-Надроська                          | Регіональний | 982,2            |
| 13            | Сандрацько-Березнянська                      | Регіональний | 532,4            |
| 14            | Рівська                                      | Локальний    | 346,5            |
| 15            | Іллінецько-Дашівська                         | Локальний    | 546              |
| 16            | Самчинецька                                  | Локальний    | 218              |
| 17            | Габарківська                                 | Локальний    | 487              |
| 18            | Журавлівська                                 | Локальний    | 595              |
| 19            | Сестринівська                                | Локальний    | 48               |
| 20            | Устянська                                    | Локальний    | 173              |
| 21            | Горячківсько-Княгинська                      | Локальний    | 1035,2           |
| 22            | Крушинівська                                 | Локальний    | 604              |
| 23            | Мазуровецька                                 | Локальний    | 214,3            |
| 24            | Копистиринська                               | Локальний    | 150,7            |
| <b>Всього</b> |                                              |              | <b>123557,93</b> |

ної площі регіону. Наразі проектується БЗ, які встановлюватимуться навколо ключових і сполучних територій на відстані до 3 км, і уточнюється відповідна кількість ВТ. Так, кількість ВТ, визначених нами в структурі ЕК національного і регіонального рівня, становить 60 од. Загальна площа ВТ — 72042,6 га, що становить 2,71% від загальної площі регіону. Отже, загальна площа структурних елементів ЕМ Східного Поділля (ключових, сполучних і відновлювальних територій) налічує 884087,53 га, що становить 33,37% від загальної площі

території регіону. Для формування і реалізації РЕМ передбачалося фінансування у розмірі 5,4 млн грн, з них 4,32 млн — кошти з обласного фонду охорони НПС [2].

У межах Східного Поділля нами виділено такі групи екологічних коридорів: національного, регіонального (міжобласного, які з'єднують між собою ЕМ суміжних областей) і локального (місцевого) рівнів та визначено типові рослинні угруповання, що є основою для формування біогеоценотичного покриву, максимально наближеного за структурою до природного (рис.).

Таблиця 2

## Структурні елементи екомережі Східного Поділля за ЕК

| №             | Назва                                      | Географічна приуроченість                        | Довжина, км | Ширина, км | Статус в екомережі | Площа, га     |
|---------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------|------------|--------------------|---------------|
| I             | Дністровська                               | Долина р. Дністер                                | 166         | 2–4        | Національний       | 66421         |
| II            | Бузька                                     | Долина р. Півд. Буг                              | 352         | 2–8        | Національний       | 211232        |
| III           | Південно-Подільська (Південно-український) | Балтська рівнина, долини рр. Савранка і Бритавка | 35          | 1–4        | Національний       | 28753         |
| IV            | Мурафсько-Товтрова                         | Мурафські Товтри                                 | 140         | 2–6        | Регіональний       | 57246         |
| V             | Гнилоп'ятсько-Собська                      | Долини рр. Гнилоп'ять і Соб                      | 176         | 2–4        | Регіональний       | 52821         |
| VI            | Сниводська                                 | Долина р. Снивода                                | 58          | 1–3        | Локальний          | 11604         |
| VII           | Згарська                                   | Долина р. Згар                                   | 75          | 2–6        | Регіональний       | 30163         |
| VIII          | Деснянсько-Роська                          | Долини р. Десна і Рось                           | 163         | 1–6        | Регіональний       | 57050         |
| IX            | Рівська                                    | Долина р. Рів                                    | 83          | 1,5–3,5    | Регіональний       | 20753         |
| X             | Дохнянська                                 | Долина р. Дохна                                  | 68          | 1–2        | Локальний          | 10221         |
| XI            | Удицька                                    | Долина р. Удич                                   | 33          | 1–2        | Регіональний       | 4952          |
| XII           | Лядовська                                  | Долина р. Лядова                                 | 88          | 1–3        | Локальний          | 35213         |
| XIII          | Немийська                                  | Долина р. Немія                                  | 64          | 1–2        | Локальний          | 9618          |
| XIV           | Мурафська                                  | Долина р. Мурафа                                 | 163         | 1–4        | Локальний          | 40753         |
| XV            | Русавська                                  | Долина р. Русава                                 | 78          | 1,5–2,5    | Локальний          | 31212         |
| XVI           | Сільницька                                 | Долини р. Сільниця і Вовчиця                     | 91          | 1,5–3      | Локальний          | 20475         |
| <b>Всього</b> |                                            |                                                  |             |            |                    | <b>688487</b> |

## ВИСНОВКИ

Структуру ЕМ Східного Поділля представлено територіями, що виконують певні функції — ключові, сполучні, буферні та відновлювальні. Зокрема, КТ забезпечують збереження репрезентативних і унікальних для регіону компонентів біотичного та ландшафтного різноманіття, ЕК поєднують між собою КТ, забезпечують міграцію тварин і обмін генетичного матеріалу, БЗ захищають КТ та ЕК від зовнішніх впливів, ВТ забезпечують формування функціонально-просторової цілісності ЕМ та

відтворення до первинного природного стану.

Встановлено, що ЕМ регіону формують 24 ключових, 16 сполучних і 60 відновлювальних територій. Наразі кількість і площа БЗ навколо КТ і ЕК з'ясовується. Загальна площа структурних елементів ЕМ Східного Поділля (ключових, сполучних і відновлювальних територій) становить 884087,53 га, або 33,37% від загальної площі території регіону. Зауважимо, що світовий досвід визначає біологічну збалансованість територій лише за умови існування не менше 60% природних еко-

систем. Тому ЕМ регіону потребує істотного вдосконалення та науково обґрунтованого супроводу реалізації.

На території Східного Поділля є всі необхідні умови для формування і реалізації РЕМ, до якої увійдуть згадані вище ключові, сполучні, буферні і відновлювальні території. І хоч зведена схема формування РЕМ вже функціонує, проте її розробка ще потребує вдосконалення і доопрацюван-

ня. Необхідно прикласти чимало зусиль для виділення земель БЗ і ВТ, збільшення площ заповідання із залученням зарезервованих, розширення діючих і створення нових заповідних об'єктів, які будуть репрезентувати всі райони, області та краї в площині геоботанічного, фізико-географічного, зоогеографічного, гідрологічного, лісотипологічного і агроекологічного районування Східного Поділля.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Марушевський Г.Б.* Збереження біорізноманіття і створення екомережі: інформаційний довідник / Г.Б. Марушевський, В.П. Мельничук, В.А. Костюшин. — К., 2008. — 168 с.
2. *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.
3. *Національний атлас України* / Гол. ред. Л.Г. Руденко. — К.: ДНВП «Картографія», 2008. — 440 с.
4. *Природоохоронне законодавство України* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua>
5. *Формування регіональних схем екомережі: методичні рекомендації* / за ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонка. — К.: Фітосоціоцентр, 2004. — 71 с.
6. *Екологічний паспорт Вінницької області 2016 року*. Офіційний сайт Департаменту екології та природних ресурсів Вінницької ОДА [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.vin.gov.ua/web/upravlinnya/web\\_dep\\_ecolog](http://www.vin.gov.ua/web/upravlinnya/web_dep_ecolog)
7. *Мовчан Я.І.* Екомережа як інноваційний інструмент впровадження елементів екологічно збалансованого розвитку / Я.І. Мовчан // *Екологічний вісник*. — 2007. — № 5. — С. 10–12.
8. *Мудрак О.В.* Екологічна мережа Східного Поділля: необхідність створення і розбудови / О.В. Мудрак // *Агроекологічний журнал*. — 2009. — № 2. — С. 9–16.
9. *Дідух Я.П.* Геоботанічне районування України та суміжних територій / Я.П. Дідух, Ю.Р. Шеляг-Сосонко // *Укр. бот. журн.* — 2003. — Т. 60, № 1. — С. 6–17.
10. *Маринич О.М.* Фізична географія України: підручник / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. — К.: Знання, 2005. — 511 с.
11. *Мудрак О.В.* Вінниччина в структурі національної екомережі / О.В. Мудрак // *Збалансований (сталій) розвиток України — пріоритет національної політики: М-ли Всеукраїнської наукової екологічної конференції* (Київ, 26 жовтня 2010 р.). — К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2010. — С. 185–189.

## REFERENCES

1. Marushevskiy, G.B., Melnychuk, V.P. & Kostyshyn, V.A. (2008). *Zberezhennia bioriznomanittia i stvorennia ekomerezhi: informatsiyni dovidniki* [Biodiversity conservation and ecological network creation: information guide]. Kyiv [in Ukrainian].
2. Mudrak, O.V., Mudrak, G.V. & Polishchuk V.M. et al. (2015). *Etalony pryrody Vinnychyny* [Standards of nature of Vinnytsya]. O.V. Mudrak (Ed.). Vinnytsia: TOV «Konsol» [in Ukrainian].
3. Rudenko, L.G. (2008). *Natsionalnyi atlas Ukrainy* [National atlas of Ukraine]. Kyiv: DNVP «Kartographiia» [in Ukrainian].
4. Pryrodookhoronne zakonodavstvo Ukrainy [Environmental protection legislation of Ukraine]. (n.d.). [rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua). Retrieved from <http://www.rada.gov.ua> [in Ukrainian].
5. Sheliag-Sosonka, Yu.R. (2004). *Formuvannia rehionalnykh skhem ekomerezhi: metodichni rekomendatsii* [Formation of regional schemes of the ecological network: methodical recommendations]. Kyiv: Phitisotsiotsentr.
6. *Ekologichnyi passport Vinnytskoi oblasti 2016 roku*. Ophitsialnii sait Departamentu ekolohii ta prirodnih resursiv Vinnytskoi ODA [Environmental passport of the Vinnytsia region in 2016. Official site of Department of Ecology and natural resources Vinnytsia region state administration]. (n.d.). [vin.gov.ua](http://www.vin.gov.ua). Retrieved from [http://www.vin.gov.ua/web/upravlinnya/web\\_dep\\_ecolog](http://www.vin.gov.ua/web/upravlinnya/web_dep_ecolog) [in Ukrainian].
7. Movchan, Ya.I. (2007). *Ekomerezha yak innovatsiyni instrument vprovadzhenia elementiv ekolohichno zbalansovanoho rozvytku* [Ecological network as an innovative tool for the introduction of elements of ecologically balanced development]. *Ekologichnii vestnik — Ekologichnii vestnik*, 5, 10–12 [in Ukrainian].
8. Mudrak, O.V. (2009). *Ekolohichna merezha Skhidnoho Podillia: neobkhdnist stvorennia i rozbudovi* [Ecological Network of Eastern Podillia: the need to create and build]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Ahroekolohichniy zhurnal*, 2, 9–16 [in Ukrainian].
9. Didukh, Ya.P. & Sheliag-Sosonko, Yu.R. (2003). *Geobotanichne rainuvannia Ukraini ta sumizhnikh teritorii* [Geobotanical zoning of Ukraine and adjoining territories]. *Ukrainskii botanichniy zhurnal — Ukrainskii botanichniy zhurnal*, 60, 1, 6–17 [in Ukrainian].
10. Marynich, O.M. & Shishchenko, P.G. (2005). *Phizichna geografiia Ukrainy* [Physical geography of Ukraine]. Kyiv: Znannya [in Ukrainian].
11. Mudrak, O.V., (2010). *Vinnychina v strukturі natsionalnoi merezhi* [Vinnytsia region in the structure of the national ecological network]. *Proceedings from Balanced (sustainable) development of Ukraine is a priority of national policy '10: Vseukrainskaia naukova ekolohichna konferentsiia (26 zhovtnia 2010 hoda) — All-Ukrainian Scientific Ecological Conference*. (pp. 185–189). Kyiv: Tsentr ekolohichnoi osvity ta informatsii [in Ukrainian].

## НОРМУВАННЯ ФІТОТОКСИЧНОСТІ МЕТАЛІВ У АГРОЕКОСИСТЕМІ

Н.О. Риженко

*Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління*

*Розроблено принципи нормування металів відносно фітокомпоненту агроecosистеми. Розраховано фітогранично допустиму концентрацію рухомих форм металів у ґрунті (на прикладі агроценозу ячменю ярого), яку запропоновано використовувати для нормування гранично допустимого рівня металів у ґрунті відносно фітокомпоненту як біологічної системи. Встановлено, що найбільше значення фітогранично допустимої концентрації було для Zn, найменше — для Cd. За показником фітолетальної дози, яка спричиняє 5% зменшення біомаси ячменю ярого, метали розташувалися в такий ряд: Cd > Ni > Co > Cu > Pb > Zn (дерново-середньопідзолистий ґрунт), Cd > Cu > Ni > Co > Pb > Zn (чорнозем).*

**Ключові слова:** метали, нормування, фітотоксичність, фітогранично допустима концентрація, агроecosистема.

---

Встановлення гігієнічних нормативів з погляду системної парадигми є неможливим без урахування впливу на компоненти екосистеми, оскільки вона є середовищем існування людини. Під час нормування токсикантів йдеться завжди про гігієнічний аспект, оминаючи екотоксикологічний, а тим більше — фітотоксикологічний. Розширення та наукове наповнення фітотоксикології як наукового напрямку відбувалось із певною трансформацією його наукового змісту. Початкове уявлення про фітотоксикологію складалося винятково як про розділ ботаніки, що вивчає токсичні рослини [1]. Згодом значення фітотоксикологічної оцінки розширилося та набуло змісту висвітлення токсичного впливу полутантів на фітокомпонент екосистеми, оскільки рослини є головним акумулятором забрудників у екосистемі, зокрема і металів [2, 3]. Відомо, що одним з головних індексів стану функціонування екосистем є продуктивність. Саме продуктивність екосистеми (а частка фітопродукції, як правило, є домінуючою у загальній біопродукції) має бути тим першочерговим та ключовим

показником, який є індикаційним щодо стану екосистеми у разі її забруднення [2, 4, 5]. Коли йдеться про шкідливий вплив на рослини, то зазвичай досліджують різні прояви фітотоксичності, єдиної концепції нормування полутантів стосовно фітокомпоненту екосистеми не існує. Наразі немає єдиної наукової концепції щодо такого нормування стосовно охорони навколишнього природного середовища загалом, у т.ч. з урахуванням оцінки стану всіх компонентів біосфери як біологічних об'єктів [4–7]. Незважаючи на певне зниження рівня забруднення довкілля відходами промислових підприємств, зберігаються підвищені концентрації токсичних речовин у ґрунті, природних, зокрема питних, водах, атмосферному повітрі [4, 5]. А у разі виникнення аварійних ситуацій та у зонах підвищеного екологічного навантаження нормування є першочерговим компонентом оцінки ризику забруднення екосистеми. Одним з основних гігієнічних нормативів залишається гранично допустима концентрація (ГДК) [8]. Під час встановлення ГДК у ґрунті чи рослині не беруться до уваги ризики впливу токсиканту на фітокомпонент як біологічний об'єкт. Натомість фітоком-

понент, зазвичай, досліджується як джерело рослинницької продукції. Аналогічного до ГДК нормативного показника для фітокомпоненту наразі не існує. Особливе значення, з огляду на стан довкілля, відіграють токсичні метали (Cd, Pb, Cu, Co, Ni, Zn). Регламентування металів, які завжди існували в біосфері як необхідні речовини у вигляді різних сполук (оскільки існує значна кількість комбінацій із аніонами, лігандами), має певні особливості. Відомо, що визначити шкідливу дозу речовини у навколишньому природному середовищі доволі складно. До того ж завдання ускладнюється через нормування металів для рослинної компоненти, оскільки їх уміст як необхідних мікроелементів у рослинному організмі є незначним. Тому метою роботи є розробка надійної методології оцінки токсичності металів для фітокомпоненту екосистеми.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У гігієнічному регламентуванні існує низка формалізацій розрахунку ГДК у різних середовищах, які враховують або коефіцієнт кумуляції (відношення сумарної дози, що викликає ефект (летальний) у 50% дослідних особин за багаторазового роздільного введення, до величини дози, яка викликає той самий ефект за одноразової дії), або  $Lim_{ac}$  (лімакута — поріг одноразової дії токсичної речовини, мінімальна порогова доза, що викликає зміни показників життєдіяльності організму, які виходять за межі пристосованих фізіологічних реакцій) тощо [8]. Всі ці формалізації розроблено для виявлення в організмі людини порогових доз (шкідливого впливу). У світовій практиці доволі дієвим та широко вживаним є підхід нормування за допомогою показників *LOEC* та *NOEC*. Саме ці показники використовують для розрахунку *MATC* (*maximum acceptable toxicant concentration* — максимально допустимої токсичної концентрації), яку застосовують для оцінки токсичності речовин у водному середовищі. *MATC* розраховується за формулою [9]:

$$MATC = \sqrt{(NOEC) \times (LOEC)}, \quad (1)$$

де *NOEC* (*no observed effect concentration*) — концентрація, яка не викликає видимого ефекту, концентрація відсутності дії; *LOEC* (*lowest observed effect concentration*) — мінімальна концентрація, за якої спостерігається вплив речовини [9]. У нашій роботі ми використали цей підхід для розрахунку фітогранично допустимої концентрації (ФГДК):

$$\Phi ГДК = \sqrt{C_{\text{контр.}} \times PhLD_5}, \quad (2)$$

де *PhLD<sub>5</sub>* (фітолетальна доза 5%) — концентрація у ґрунті, яка викликає 5% зниження біомаси рослин,  $C_{\text{контр.}}$  — концентрація у контрольному варіанті без внесення штучних фонів металів.

Мінімальний ефект негативного впливу токсиканту у екосистемі на рівні 5% був порахований у експерименті за допомогою пробіт-аналізу, оскільки чітко визначити дозу, яка б викликала потрібний фітотоксичний ефект та ще й в умовах різних ґрунтових субстратів, є складним, затратним, а іноді і неможливим завданням [7, 10].

Досліджувані ґрунти: дерново-середньопідзолистий супіщаний ( $pH_{\text{сол.}}$  — 5,5, гідролітична кислотність — 2,7 мг-екв/100 г, вміст гумусу за Тюріним — 0,87%, ступінь насиченості основами — 58%) під посівом ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.). Проведення польових, вегетаційних досліджень та відбір зразків ґрунту і рослин здійснювали за загальноприйнятими методиками [10]. Визначення металів у ґрунті проводили методом тонкошарової хроматографії [11]. Схему дослідів наведено у табл. 1.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати експерименту щодо впливу металів у ґрунті на зменшення біомаси ячменю наведено у табл. 2.

Значення *PhLD<sub>5</sub>* встановлювали за допомогою регресійних рівнянь (табл. 3) та таблиці переведення відсотка летальності (зниження продуктивності) у пробіти за Б.А. Доспеховим [10]. Значення *PhLD<sub>5</sub>* є концентрацією рухомих форм металу у ґрунті, яка викликає 5% зниження фітопродуктивності. Значення пробіту, яке

Таблиця 1

## Схема дослідів

| Контроль (без внесення штучних фонів металів у ґрунт, мг/кг) |                  |                  |                  |                  |                  |
|--------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Cu <sup>2+</sup>                                             | Zn <sup>2+</sup> | Co <sup>2+</sup> | Ni <sup>2+</sup> | Pb <sup>2+</sup> | Cd <sup>2+</sup> |
| 100                                                          | 600              | 60               | 70               | 150              | 15               |
| 150                                                          | 900              | 300              | 210              | 300              | 30               |
| 200                                                          | 1200             | 480              | 350              | 450              | 60               |
| 300                                                          | 1500             | 540              | 420              | 900              | 90               |
|                                                              |                  | 600              | 700              | 1200             | 150              |
|                                                              |                  |                  |                  | 1500             | 300              |

Таблиця 2

## Вплив рухомих форм металів у ґрунті на зменшення біомаси ячменю ярого

| Метал                                    | Вміст металу у ґрунті (1 М HCl витяжка), мг/кг D* | Маса рослин, г | Маса рослин порівняно з контролем, % | Зменшення біомаси ячменю, % | lg D | Значення пробіту |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------|-----------------------------|------|------------------|
| <i>Дерново-середньопідзолистий ґрунт</i> |                                                   |                |                                      |                             |      |                  |
| Cd                                       | 22,9±0,3                                          | 25,3±0,20      | 80,70                                | 19,3                        | 1,36 | 4,12             |
|                                          | 46,4±0,5                                          | 18,2±0,10      | 57,80                                | 42,2                        | 1,67 | 4,80             |
|                                          | 77,1±0,6                                          | 12,3±0,10      | 39,30                                | 60,7                        | 1,89 | 5,28             |
|                                          | 101,2±0,8                                         | 7,3±0,10       | 23,55                                | 76,5                        | 2,00 | 5,74             |
|                                          | 153,1±1,2                                         | 1,4±0,05       | 4,40                                 | 95,6                        | 2,18 | 6,75             |
| Pb                                       | 231,9±2,6                                         | 27,2±0,2       | 86,50                                | 13,5                        | 2,37 | 3,92             |
|                                          | 347,7±3,8                                         | 24,6±0,2       | 78,30                                | 21,7                        | 2,54 | 4,23             |
|                                          | 695,1±4,3                                         | 15,2±1,5       | 48,30                                | 51,7                        | 2,84 | 5,05             |
|                                          | 930,0±5,0                                         | 7,5±0,5        | 24,19                                | 75,8                        | 2,97 | 5,71             |
|                                          | 1158,3±5,6                                        | 1,7±0,1        | 5,50                                 | 94,5                        | 3,06 | 6,64             |
| Cu                                       | 67,2±0,9                                          | 28,2±0,3       | 89,70                                | 10,3                        | 1,83 | 3,72             |
|                                          | 102,9±1,6                                         | 25,1±0,3       | 80,00                                | 20,0                        | 2,01 | 4,16             |
|                                          | 135,5±1,9                                         | 15,0±0,1       | 48,40                                | 51,6                        | 2,13 | 5,05             |
|                                          | 173,8±1,8                                         | 5,5±0,1        | 17,60                                | 82,4                        | 2,24 | 5,92             |
| Zn                                       | 427,4±4,2                                         | 26,8±0,3       | 85,40                                | 14,6                        | 2,63 | 3,96             |
|                                          | 550,3±4,9                                         | 24,8±0,3       | 79,10                                | 20,9                        | 2,74 | 4,19             |
|                                          | 685,7±5,2                                         | 11,5±0,2       | 37,1                                 | 62,9                        | 2,84 | 5,33             |
|                                          | 743,0±6,0                                         | 3,5±0,1        | 11,20                                | 88,8                        | 2,87 | 6,23             |
| Co                                       | 36,5±0,4                                          | 30,8±0,4       | 98,0                                 | 2,0                         | 1,56 | 2,95             |
|                                          | 125,0±1,2                                         | 29,2±0,2       | 93,0                                 | 7,0                         | 2,10 | 3,52             |

Продовження таблиці 2

| Метал                                | Вміст металу у ґрунті (1 М НСl витяжка), мг/кг $D^*$ | Маса рослин, г | Маса рослин порівняно з контролем, % | Зменшення біомаси ячменю, % | lg $D$ | Значення пробіту |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------|------------------|
| Co                                   | 159,6±1,7                                            | 16,64±0,1      | 53,0                                 | 47,0                        | 2,20   | 4,92             |
|                                      | 191,0±2,0                                            | 8,80±0,5       | 28,0                                 | 72,0                        | 2,28   | 5,58             |
|                                      | 219,6±2,0                                            | 3,2±0,1        | 10,2                                 | 89,8                        | 2,34   | 6,28             |
| Ni                                   | 39,0±0,4                                             | 30,9±0,5       | 98,5                                 | 1,5                         | 1,59   | 2,95             |
|                                      | 91,4±1,0                                             | 29,3±0,5       | 93,2                                 | 6,8                         | 1,96   | 3,52             |
|                                      | 148,9±1,5                                            | 17,0±0,2       | 54,0                                 | 46,0                        | 2,17   | 4,90             |
|                                      | 178,9±1,8                                            | 8,0±0,1        | 25,5                                 | 74,5                        | 2,25   | 5,67             |
|                                      | 210,0±2,2                                            | 2,8±0,1        | 9,0                                  | 91,0                        | 2,32   | 6,34             |
| <i>Чорнозем типовий малогумусний</i> |                                                      |                |                                      |                             |        |                  |
| Cd                                   | 20,8±0,2                                             | 30,2±0,4       | 94,30                                | 6,0                         | 1,32   | 3,45             |
|                                      | 41,7±0,4                                             | 23,4±0,3       | 73,10                                | 26,9                        | 1,62   | 4,39             |
|                                      | 68,2±0,5                                             | 15,8±0,2       | 49,30                                | 50,7                        | 1,83   | 5,03             |
|                                      | 92,5±0,7                                             | 10,5±0,2       | 33,9                                 | 66,1                        | 1,97   | 5,41             |
|                                      | 138,9±1,5                                            | 5,6±0,1        | 17,50                                | 82,5                        | 2,14   | 5,95             |
| Pb                                   | 212,6±2,4                                            | 29,4±0,3       | 91,73                                | 8,3                         | 2,33   | 3,59             |
|                                      | 319,7±4,0                                            | 31,5±0,3       | 98,41                                | 1,6                         | 2,50   | 2,95             |
|                                      | 653,8±5,7                                            | 18,7±0,2       | 58,50                                | 41,5                        | 2,82   | 4,8              |
|                                      | 902,5±7,8                                            | 10,0±0,2       | 32,3                                 | 67,7                        | 2,95   | 5,47             |
|                                      | 1062,0±9,8                                           | 3,3±0,1        | 10,20                                | 89,8                        | 3,03   | 6,23             |
| Cu                                   | 59,5±0,6                                             | 30,8±0,3       | 96,10                                | 3,9                         | 1,77   | 3,25             |
|                                      | 87,6±1,0                                             | 28,9±0,3       | 90,30                                | 9,7                         | 1,94   | 3,72             |
|                                      | 111,0±1,4                                            | 20,0±0,2       | 64,52                                | 35,5                        | 2,05   | 4,64             |
|                                      | 144,3±1,2                                            | 15,4±0,2       | 48,10                                | 51,9                        | 2,16   | 5,05             |
| Zn                                   | 382,3±3,5                                            | 29,5±0,1       | 92,20                                | 7,8                         | 2,58   | 3,59             |
|                                      | 483,5±3,8                                            | 27,7±0,3       | 86,70                                | 13,3                        | 2,68   | 3,87             |
|                                      | 640,5±5,8                                            | 16,3±0,2       | 52,58                                | 47,4                        | 2,81   | 4,92             |
|                                      | 656,5±7,0                                            | 9,8±0,2        | 30,50                                | 69,5                        | 2,82   | 5,52             |
| Co                                   | 41,5±0,4                                             | 31,1±0,4       | 99,0                                 | 1,0                         | 1,62   | 2,67             |
|                                      | 132,7±1,5                                            | 30,0±0,4       | 95,6                                 | 4,4                         | 2,12   | 3,25             |
|                                      | 164,0±1,7                                            | 18,5±0,3       | 58,9                                 | 41,1                        | 2,21   | 4,73             |
|                                      | 215,8±2,5                                            | 9,8±0,2        | 31,2                                 | 68,8                        | 2,33   | 5,5              |
|                                      | 245,5±2,5                                            | 0,6±0,1        | 1,8                                  | 98,2                        | 2,39   | 7,05             |



Закінчення таблиці 2

| Метал | Вміст металу у ґрунті (1 М НСl витяжка), мг/кг <i>D</i> * | Маса рослин, г | Маса рослин порівняно з контролем, % | Зменшення біомаси ячменю, % | lg <i>D</i> | Значення пробіту |
|-------|-----------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|------------------|
| Ni    | 43,0±0,3                                                  | 31,1±0,3       | 99,0                                 | 1,0                         | 1,63        | 2,67             |
|       | 97,0±0,7                                                  | 29,6±0,3       | 94,3                                 | 5,7                         | 1,99        | 3,45             |
|       | 154,8±1,1                                                 | 18,2±0,2       | 58,1                                 | 41,9                        | 2,19        | 4,80             |
|       | 186,5±2,0                                                 | 8,6±0,2        | 27,4                                 | 72,6                        | 2,27        | 5,61             |
|       | 222,5±2,4                                                 | 3,5±0,1        | 11,1                                 | 88,9                        | 2,35        | 6,23             |

Примітка: \**D* — уміст рухомих форм металу у ґрунті, мг/кг.

Таблиця 3

Залежність між Lg*D* та пробітом

| Метал                                    | Рівняння регресії                     |
|------------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Дерново-середньопідзолистий ґрунт</i> |                                       |
| Cd                                       | $y = 3,0274x - 0,1749 \ (R^2 = 0,94)$ |
| Pb                                       | $y = 3,6038x - 4,8227 \ (R^2 = 0,92)$ |
| Zn                                       | $y = 9,036x - 20,099 \ (R^2 = 0,85)$  |
| Cu                                       | $y = 5,3198x - 6,2087 \ (R^2 = 0,93)$ |
| Co                                       | $y = 3,8571x - 3,4384 \ (R^2 = 0,80)$ |
| Ni                                       | $y = 4,1516x - 3,4822 \ (R^2 = 0,88)$ |
| <i>Чорнозем типовий малогумусний</i>     |                                       |
| Cd                                       | $y = 3,0225x - 0,5224 \ (R^2 = 0,99)$ |
| Pb                                       | $y = 4,113x - 6,6035 \ (R^2 = 0,84)$  |
| Zn                                       | $y = 7,6369x - 16,317 \ (R^2 = 0,89)$ |
| Cu                                       | $y = 4,9278x - 5,594 \ (R^2 = 0,95)$  |
| Co                                       | $y = 4,8313x - 5,6795 \ (R^2 = 0,71)$ |
| Ni                                       | $y = 4,944x - 5,7593 \ (R^2 = 0,92)$  |

відповідає 5% летальності або зменшенню фітопродуктивності, становить 3,36 [10].

Графічну формалізацію залежності «доза — ефект» наведено на рис. а, б.

На осі *x* (абсцис) відкладено десятичний логарифм дози, а на осі *y* (ординат) — пробіт.

Розрахунок ФГДК та *PhLD*<sub>5</sub>. Залежність між Lg*D* та пробітом для Cd (дерново-середньопідзолистий ґрунт) має такий вигляд:

$$y = 3,0274x - 0,1749. \quad (3)$$

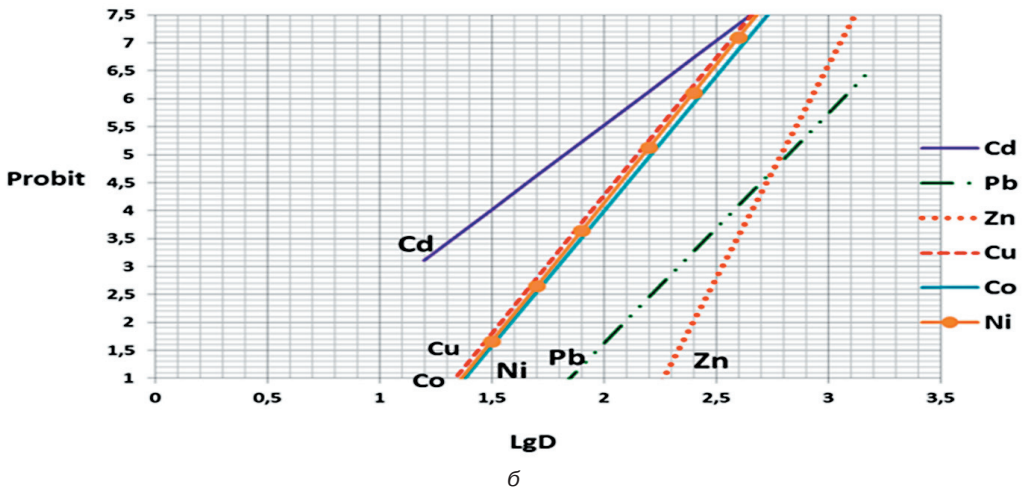
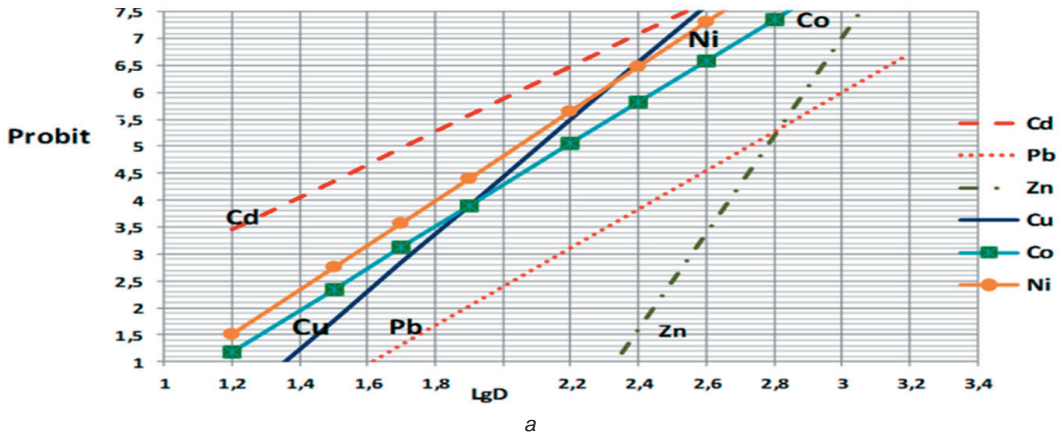
Звідси: якщо пробіт становить 3,36 (*PhLD*<sub>5</sub>),

$$\text{то } 3,36 = 3,0274x - 0,1749, \ x = 1,168. \quad (4)$$

Антилогарифм (1,168) = 14,72 — *PhLD*<sub>5</sub>.

$$\text{ФГДК}_{Cd} = \sqrt{14,72 \times 0,1} = 1,21. \quad (5)$$

Аналогічно до розрахунку показників ФГДК та *PhLD*<sub>5</sub> для Cd було отримано



Залежність між  $LgD$  металів та пробітами в умовах: а) дерново-середньопідзолистого ґрунту; б) чорнозему типового малогумусного

значення відповідних величин і для інших металів (табл. 4).

За показником  $PhLD_5$ , метали розташувалися у такий ряд:  $Cd > Cu \geq Ni > Co > Pb > Zn$  (чорнозем) та  $Cd > Ni \geq Co > Cu > Pb > Zn$  (дерново-середньопідзолистий). Найбільш токсичним металом при мінімально ефективній (5%) дозі для рослин ячменю був Cd на обох ґрунтах, найменш токсичними — Zn та Pb. Токсичність усіх металів в умовах чорнозему була нижчою, ніж в умовах слабобуферного дерново-середньопідзолистого ґрунту. Крім того, Pb через низьку фонову концентрацію у

ґрунті (на рівні 0,3–0,32 мг/кг рухомих форм) був на одному рівні із Cd. Адже природна концентрація Pb як і Cd є невисокою — обидва метали не відносяться до фізіологічно необхідних для рослин елементів, на відміну від Zn, Cu, Co і Ni. Незважаючи на те, що 5% фітотоксична доза Pb відповідає значенню 186,64–264,24 мг/кг, через невисокий природний фоновий уміст ( $C_{\text{контр.}}$ ) цього металу в ґрунті ФГДК для свинцю на обох досліджуваних ґрунтах вимірюється на рівні 7,48–9,2 мг/кг рухомих форм. Отже, сукупність багатьох чинників, що впливають на токсичність, не

Таблиця 4

Значення  $PhLD_5$ ,  $C_{\text{контр.}}$ , ФГДК для Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Co

| Метал                                    | $PhLD_5$ , мг/кг рухомих форм ґрунту | $C_{\text{контр.}}$ , мг/кг рухомих форм ґрунту | ФГДК  |
|------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------|-------|
| <i>Дерново-середньопідзолистий ґрунт</i> |                                      |                                                 |       |
| Cd                                       | 14,72                                | $0,10 \pm 0,02$                                 | 1,21  |
| Pb                                       | 186,64                               | $0,30 \pm 0,05$                                 | 7,48  |
| Zn                                       | 394,46                               | $2,40 \pm 0,3$                                  | 30,77 |
| Cu                                       | 62,91                                | $0,92 \pm 0,1$                                  | 7,60  |
| Co                                       | 57,94                                | $1,50 \pm 0,15$                                 | 9,77  |
| Ni                                       | 50,12                                | $1,10 \pm 0,1$                                  | 7,40  |
| <i>Чорнозем типовий малогумусний</i>     |                                      |                                                 |       |
| Cd                                       | 19,25                                | $0,11 \pm 0,02$                                 | 1,46  |
| Pb                                       | 264,24                               | $0,32 \pm 0,05$                                 | 9,20  |
| Zn                                       | 380,19                               | $5,30 \pm 0,5$                                  | 44,90 |
| Cu                                       | 65,61                                | $2,60 \pm 0,2$                                  | 13,10 |
| Co                                       | 74,13                                | $2,50 \pm 0,2$                                  | 13,61 |
| Ni                                       | 69,98                                | $2,30 \pm 0,3$                                  | 12,69 |

дають можливості провести фітотоксикологічне нормування за одним показником. Аналогічно до гігієнічного нормування, встановлення фітотоксикологічного класу небезпеки полютанту повинно враховувати низку індексів, що різнобічно характеризують прояви токсичності металів — елементів, які завжди існують в екосистемі у кларкових кількостях. Це ускладнює процедуру встановлення токсичності, оскільки майже всі з досліджуваних елементів виконують певну роль в екосистемі. Саме тому важливим є встановити межу між природною нормою та шкідливою їх кількістю в екосистемі. Отже, встановлення показників  $PhLD_5$  та ФГДК є важливим

етапом екологічного нормування та виявлення токсичності полютантів безпосередньо щодо біологічних компонентів екосистеми.

## ВИСНОВКИ

Розроблено принципи нормування токсичних металів для фітокомпоненту агро-екосистеми. Запропоновано алгоритм розрахунку та використання ФГДК у ґрунті. Виявлено, що найбільше значення ФГДК має Zn, найменше — Cd. Встановлення показників  $PhLD_5$  та ФГДК дає змогу оцінити токсичність полютантів стосовно рослин та регулювати антропогенний тиск на фітокомпонент як біологічну систему.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Encyclopedia Britannica [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.britannica.com/science/poison-biochemistry/Types-of-poison#ref396636>
2. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь / И.И. Дедю. — Кишинев: Глав. Ред. МСЭ, 1990. — 408 с.
3. Риженко Н.О. Фітотоксикологія: виникнення і методологія / Н.О. Риженко // Агроекологічний журнал. — 2009. — С. 281–283. — (Спеціальний випуск).
4. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н.Ф. Реймерс. — М., 1994. — 367 с.

5. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в агроландшафте / Ю.В. Алексеев. — СПб., 2008. — 216 с.
6. Ryzhenko N.O. Probit Analysis for Cd, Pb, Cu, Zn Phytotoxicity Assessment / N.O. Ryzhenko, V.M. Kavetsky // *Biotechnologia Acta*. — 2017. — Vol. 32 (2). — P. 67–74.
7. Щербаченко О.І. Важкі метали як токсичний фактор забруднення природного середовища: стійкість і адаптація рослин до їх впливу / О.І. Щербаченко // Наукові записки державного природознавчого музею. — 2014. — Вип. 30. — С. 157–182.
8. Куценко С.А. Основы токсикологии: научно-методическое издание / С.А. Куценко. — СПб., 2004. — 720 с.
9. Rand Gary. Fundamentals of Aquatic Toxicology / Gary Rand. — Boca Raton: CRC Press, 1995. — 943 p.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
11. Методичні вказівки по визначенню Hg, Zn, Co, Cd, Cu, Ni в ґрунті, рослинах, у воді методом тонкошарової хроматографії / В.М. Кавецький, Н.А. Макаренко, А.М. Ліщук та ін. // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в пищевых продуктах в кормах и внешней среде. — К.: Минэкологии Украины, 2001. — Вып. 29. — С. 18–24.

## REFERENCES

1. Encyclopedia Britannica. (n.d.) *britannica.com*. Retrieved from <https://www.britannica.com/science/poison-biochemistry/Types-of-poison#ref396636> [in English].
2. Dediu, I.I. (1990). *Ekologicheskii entsiklopedicheskii slovar [Ecological encyclopedic dictionary]*. Kishinev [in Russian].
3. Ryzhenko, N.O. (2009). Fitotoksikologhiia: vynykennia i metodolohiia [Phytotoxicology: emergence and methodology]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal, special issue*, 281–283 [in Ukrainian].
4. Reymers, N.F. (1994). *Jekologija (teorii, zakony, pravila, principy i gipotezy) [Ecology (theories, grounds, principles, rules and hypothesis)]*. Moskwa [in Russian].
5. Alekseyev, YU.V. (2008). *Tjazhelye metally v agro-landshafte [Heavy metals in agrolandscape]*. Sankt-Peterburg: PIYaPh [in Russian].
6. Ryzhenko, N.O., Kavetsky, V.M. (2017). Probit Analysis for Cd, Pb, Cu, Zn Phytotoxicity Assessment. *Biotechnologia Acta*, 32 (2), 67–74 [in English].
7. Scherbachenko, O.I. (2014). Vazhki metaly yak toksychnyi faktor zabrudnennia pryrodnoho sere-dovyshcha: stiikist i adaptatsiia roslyn do yikh vplyvu [Heavy metals as a toxic factor of environment pollution: stability and adaptation of plants to their influence]. *Naukovi zapysky derzhavnoho pryrodnavchoho muzeiu — Scientific notes of the State Natural History Museum*, 30, 157–182 [in Ukrainian].
8. Kucenko, S.A (2004). *Osnovy toksikologii: nauchno-metodicheskoe izdanie [Principles of Toxicology: scientific and methodologic edition]*. Sankt-Peterburg: Folyant [in Russian].
9. Rand, Gary (1995). *Fundamentals of Aquatic Toxicology*. USA: Boca Raton, CRC Press [in English].
10. Dospheov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta [Methodology of field experiment]*. Moskwa: Agropromizdat [in Russian].
11. Kavetsky, V.N., Makarenko, N.A., Lishchuk, A.M., Buogis, A.M. & Kavetsky, S.V. (2001). Metodychni vkazivky po vyznachenniu Hg, Zn, Co, Cd, Cu, Ni v gruntі, roslynakh, u vodi metodom tonkosharovoї khromatohrafii [Chromatography Methods of the Hg, Zn, Co, Cd, Cu, Ni determination in soil, plant and water]. *Methodic of determination pesticides residues in food, forage and environment*. (Vol. 29). Kyiv: Minekolojiyi Ukrayiny [in Ukrainian].

## ТЕХНОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ СХІДНОЇ ПРОМЗОНИ м. ЖИТОМИРА НА РОСЛИННИЙ ПОКРИВ ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ

Л.Д. Романчук, Т.П. Федонюк, Р.Г. Федонюк

*Житомирський національний агроекологічний університет*

*Наведено результати досліджень особливостей накопичення важких металів у ґрунті та фітомасі дикорослої рослинності з території, яка зазнає впливу Східної промзони м. Житомира. Діяльність підприємств Східної промзони зумовлює надходження в атмосферу неорганічного пилу, до складу якого входять токсичні сполуки та важкі метали, які переносяться на значні відстані, осідають та накопичуються у компонентах прилеглих екосистем. Визначено, що в нелокалізованому пилу накопичуються значні концентрації Mn, Zn, Pb, Cu, Fe, які зумовлюють підвищені рівні цих металів і у рослинному покриві екосистем.*

**Ключові слова:** важкі метали, забруднення, пил, емісія, накопичення.

Північна частина України, у т.ч. і м. Житомир, не належать до промислово розвиненого регіону, однак останнім часом кількість промислових об'єктів у області інтенсивно зростає. Особливого розвитку набули об'єкти хімічної, будівельної та легкої промисловості. У Житомирі кількість таких підприємств зросла у десятки разів, цілком закономірно, що їх поява неминує призводить до збільшення техногенного навантаження на прилеглі до них екосистеми [1, 2].

Особливе занепокоєння викликає Східна промзона міста, яка об'єднує понад 40 різноспрямованих за характером виробництва підприємств. Серед них найбільше екологічне навантаження на прилеглі екосистеми чинить група промислових об'єктів, таких як ТОВ «Izovat», «Estrella», «Евроголд» та ін. Зважаючи на місцезнаходження досліджуваного промислового вузла, його слід розглядати як частину агросфери, адже у межах двокілометрової зони цих підприємств розміщуються сільськогосподарські угіддя, водні об'єкти, об'єкти лісового фонду, а також житлові мікрорайони.

Для всіх цих підприємств існують нормативи щодо допустимих викидів пилу

у навколишнє природне середовище та встановлено санітарно-захисні зони з максимальною величиною для заводів «Izovat» та «Estrella» — 300 м. Однак висока сконцентрованість хімічних, будівельних, переробних та низки інших підприємств на незначній території та накладання санітарно-захисних зон одна на одну ускладнює цю проблему. Розвиток промислового виробництва у східній частині м. Житомира, викиди якого становлять значну частку від валових викидів Житомирської обл., дає підстави віднести територію, прилеглу до джерела забруднення, до локальної техногенної геохімічної аномалії, що і обумовило актуальність комплексних екологічних досліджень надходження полютантів у природні екосистеми, їх акумуляції, міграції та реакції компонентів.

З огляду на це, метою роботи було встановлення особливостей техногенного забруднення території внаслідок діяльності підприємств Східної промзони та їх впливу на агроекосистеми, забруднення ґрунтів важкими металами; якості продукції рослинництва з наступним обґрунтування критеріїв стану довкілля та екологічної безпеки населення у зоні довготривалого впливу вказаних підприємств.



## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для визначення впливу діяльності підприємств Східної промзони на елементи екосистем визначали вміст Mn, Zn, Pb, Cu та Fe у ґрунті та трав'янистій дикорослій рослинності досліджуваної території. Дослідження проводили відповідно до вимог чинних ДСТУ [3–10] та інших методичних матеріалів [11]. Зразки ґрунту і рослин відбирали у 20-ти місцях — по п'ять точок у чотирьох напрямках руху від зовнішніх меж підприємств Східної промзони.

Точки спостережень розміщувалися на різних відстанях (100–2000 м) від джерела забруднення за напрямками переважаючих вітрів. Координати точок спостережень, де відбирали зразки ґрунту та трав'янистої рослинності, фіксували GPS-навігатором Magellan для картографування території об'єкта (рис. 1). Перший маршрут було закладено у напрямку руху переважаючого північно-західного вітру, тобто у південно-східній частині території джерела емісії. У цій місцевості переважають дер-

нові глейові піщані та супіщані ґрунти ( $\text{pH}_{\text{водне}}$  7,5, вміст гумусу — 1,98–3,88%). Другий маршрут закладено у східному напрямку, де переважають світло-сірі опідзолені ( $\text{pH}_{\text{водне}}$  7,3–7,4, вміст гумусу — 1,58–2,61%), сірі опідзолені ( $\text{pH}_{\text{водне}}$  7,27, вміст гумусу — 2,76%) ґрунти. Третій маршрут — на північний схід від джерела техногенної емісії — характеризується переважанням дернових глейових ґрунтів з  $\text{pH}_{\text{водним}}$  7,1 та вмістом гумусу 2,2–2,8%. У цьому напрямку вітри не такі сильні, як у південно-східному та північному, але ця територія розміщується між джерелами посиленої техногенної емісії і може зазнавати багаторазового техногенного забруднення внаслідок руху поверхневого стоку. Четвертий маршрут спрямовано на північ від джерела техногенної емісії, на території якого переважають дернові глейові ґрунти з  $\text{pH}_{\text{водним}}$  7,2 та вмістом гумусу 2,5–2,8%.

Під час проведення досліджень використовували низку стандартизованих методів та методик [9, 10]. Зразки ґрунту



**Рис. 1.** Локалізація джерела емісії та основні напрямки проведення маршрутних досліджень в зоні впливу підприємств Східної промзони м. Житомира

відбирали методом «конверта» — чотири точки у кутах ділянки і одна у центрі. Біля кожної точки відбирали ще по чотири проби. Тобто фактично один зразок складався з 20 точкових проб.

Зразки дикорослої рослинності відбирали у тих самих точках спостережень, що і зразки ґрунту. Загальна маса зразка — 1 кг сирової маси. Зразок об'єднував 10 точкових проб. Визначення вмісту рухомих форм важких металів у ґрунті здійснювали у відділі лабораторно-інструментального контролю Державної екологічної інспекції у м. Житомирі із застосуванням буферної амонійно-ацетатної витяжки (рН 4,8) на атомно-абсорбційному спектрофотометрі [3]. Отримані дані концентрацій важких металів оцінювали за відповідними методиками [5, 7, 8, 12].

Математичне моделювання проводили за допомогою пакета прикладних програм Microsoft Excel та STATISTICA 6.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У східній частині м. Житомира розміщується близько 45 стаціонарних джерел викидів забруднювальних речовин, специфіка роботи яких передбачає виділення значних обсягів пилу та інших газопилових викидів. Виявлено, що внаслідок технологічної обробки сировини в пилових вики-

дах містяться високі концентрації важких металів Mn, Zn, Pb, Cu та Fe. На період активної вегетації рослин припадає 62% цих викидів.

Як свідчать результати досліджень, трав'яний покрив нагромаджував більше елементів — складових пилу — в південно-східному і південному напрямках, у 2–4 рази менше — у східному та північно-східному напрямках. Виявлено, що з віддаленням від Східної промзони найбільше в надземній фітомасі нагромаджується Mn, Zn та Fe. Це зумовлено високою концентрацією цих елементів у дрібнодисперсній фракції пилу.

Уміст Cu вимірювався у межах середніх значень, за винятком територій, які безпосередньо межують із джерелом емісії — 100 та 200 м.

Слід наголосити, що рухомі форми Cu розподілялися так: з посиленням впливу переважаючого північно-західного вітру відбувалася найінтенсивніша емісія території. Найбільше Cu накопичувалося на відстані від 1 км ( $12,18 \pm 0,152$  мг/кг), із наближенням до джерела емісії його концентрація зростала (до  $16,21 \pm 0,113$  мг/кг), за межами 1-кілометрової зони концентрація Cu у рослинах знижувалася, однак все одно перевищувала значення ГДК (5 мг/кг) [8]. Напрямки руху південного та

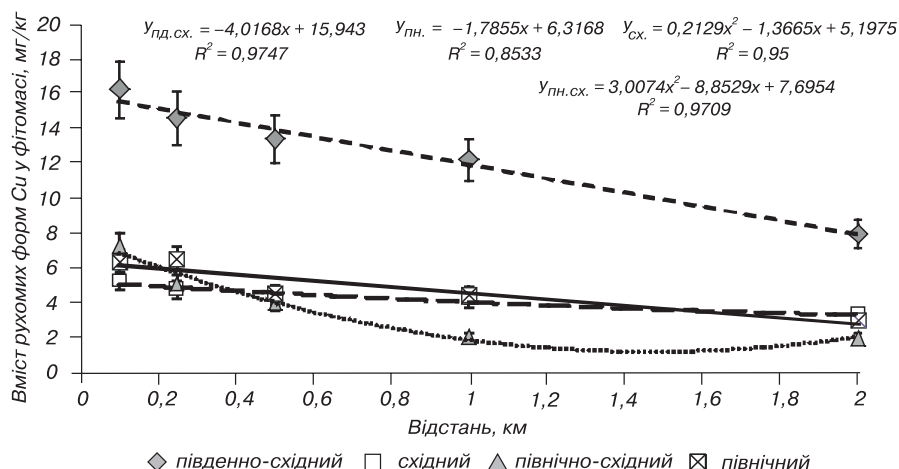


Рис. 2. Уміст рухомих форм Cu у компонентах агрофітоценозів на різній відстані від підприємств Східної промзони м. Житомира,  $M \pm m$ , мг/кг ( $n = 5$ )



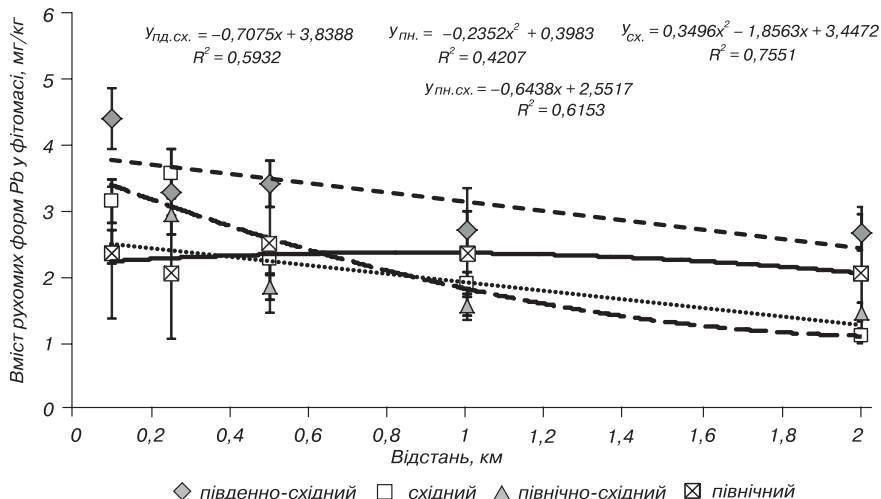
південно-західного вітру виявилися менш критичними щодо інтенсивної міграції Cu, де вміст рухомих форм елемента перевищував значення ГДК лише на відстані до 250 м, далі поступово спадав. Максимальний уміст рухомих форм Cu за цих умов сягав  $-6,49 \pm 0,022$  та  $7,30 \pm 0,025$  мг/кг відповідно. Найменш критичним був напрямок руху західного вітру (у досліджуваній зоні трапляється не часто), максимальну концентрацію рухомих форм Cu за таких умов зафіксовано лише у безпосередній близькості від джерела емісії — на відстані 100 м —  $5,24 \pm 0,014$  мг/кг.

Аналогічна тенденція спостерігалася і з накопиченням рухомих форм Pb. Однак на всіх відстанях зафіксовано перевищення ГДК за вмістом Pb та Zn у рослинах. З віддаленням від джерела емісії у південно-східному напрямку концентрації рухомих форм Pb і Zn зменшувалися. Максимальна концентрація Pb була зафіксована на відстані 100 м —  $4,41 \pm 0,012$  мг/кг, майже вдвічі менші концентрації Pb виявлено на цій самій відстані у північно-східному та північному напрямках —  $2,45 \pm 0,013$  та  $2,36 \pm 0,004$  мг/кг відповідно (рис. 3). З віддаленням від джерела емісії вміст рухомих форм Pb знижувався, і на відстані 1 км був удвічі меншим (рис. 3). Максимальна

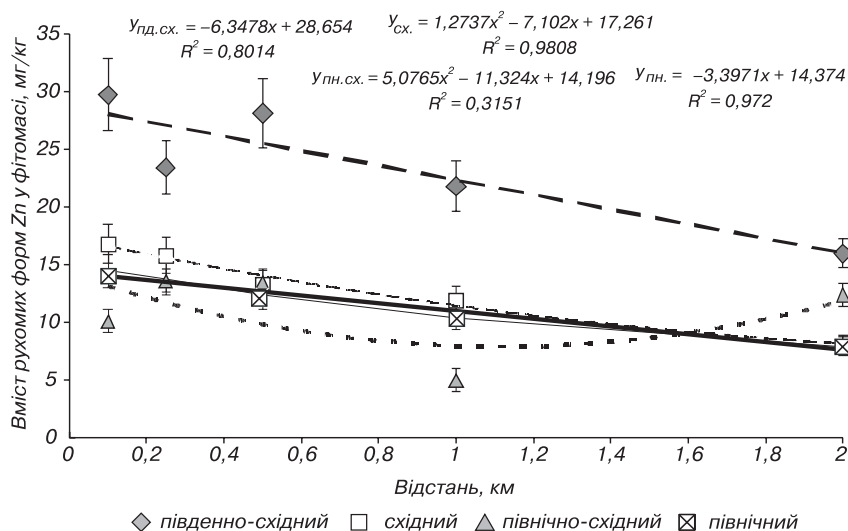
концентрація Zn спостерігалася на відстані 100 м —  $29,66 \pm 0,065$  мг/кг у південно-східному напрямку від джерела емісії, нижчі концентрації Zn зафіксовано на цій самій відстані у східному, північно-східному та північному напрямках —  $16,77 \pm 0,022$ ,  $10,05 \pm 0,053$  та  $14,43 \pm 0,024$  мг/кг відповідно. З віддаленням від джерела емісії вміст рухомих форм Zn знижувався, і на відстані 1 км був меншим більш ніж удвічі (рис. 4).

Деяко інший характер емісії порівняно з попередніми елементами спостерігався щодо рухомих форм Mn. Адже цей елемент становить значну частку дрібнодисперсного пилу, який з вітровими потоками переноситься на значні відстані і осідає у більш віддалених від джерела емісії ландшафтах.

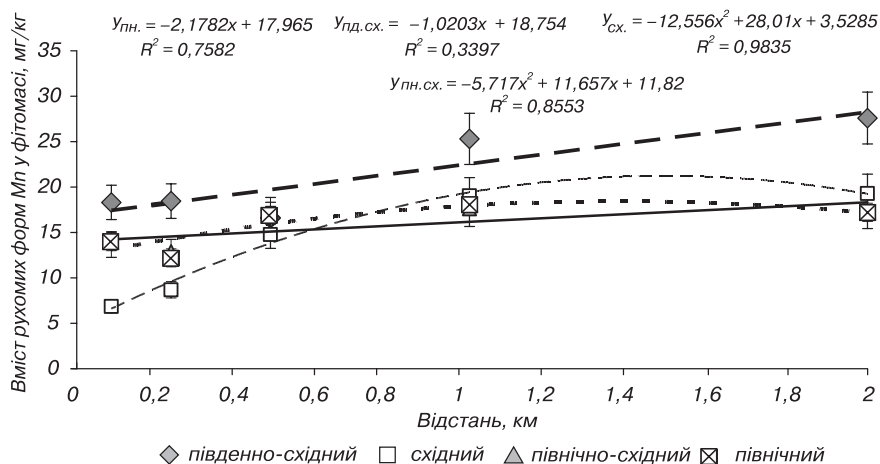
Слід відзначити високі концентрації рухомих форм Mn на всіх досліджуваних відстанях від джерела емісії, до того ж у напрямку переважаючого північно-західного вітру спостерігалися найвищі його концентрації у фітомасі рослин — максимальні значення вмісту Mn зафіксовано на відстані 1 та 2 км від джерела емісії —  $25,3 \pm 0,033$  та  $27,6 \pm 0,012$  мг/кг відповідно (рис. 5). Нижчі показники накопичення Mn зафіксовано за іншими напрямками руху від джерела емісії, однак загальна



**Рис. 3.** Уміст рухомих форм Pb у компонентах агрофітоценозів на різних відстані від підприємств Східної промзони м. Житомира,  $M \pm m$ , мг/кг ( $n = 5$ )



**Рис. 4.** Уміст рухомих форм Zn у компонентах агрофітоценозів на різній відстані від підприємств Східної промзони м. Житомира,  $M \pm m$ , мг/кг ( $n = 5$ )



**Рис. 5.** Уміст рухомих форм Mn у компонентах агрофітоценозів на різній відстані від підприємств Східної промзони м. Житомира,  $M \pm m$ , мг/кг ( $n = 5$ )

тенденція міграції цього елемента була характерною і для них — із віддаленням від території Східної промзони концентрація рухомих форм Mn зростала.

Схожа тенденція спостерігалася і з накопиченням рухомих форм Fe (рис. 6).

Максимальні концентрації цього металу у фітомасі рослин спостерігалися не безпосередньо поблизу джерела емісії, а на певній відстані. Зокрема, максимальні

його концентрації зафіксовано на відстані від 250 м до 1 км: для південно-східного та північного напрямків (переважаючих вітрів) — на відстані 500 м ( $19,44 \pm 0,033$  та  $20,72 \pm 0,026$  мг/кг відповідно), у інших напрямках перенесення цього елемента було дещо слабшим, тому найвищі концентрації Fe зафіксовано на відстані 250 м у східному ( $20,92 \pm 0,015$  мг/кг) та у північно-східному ( $13,88 \pm 0,022$  мг/кг) напрямках.

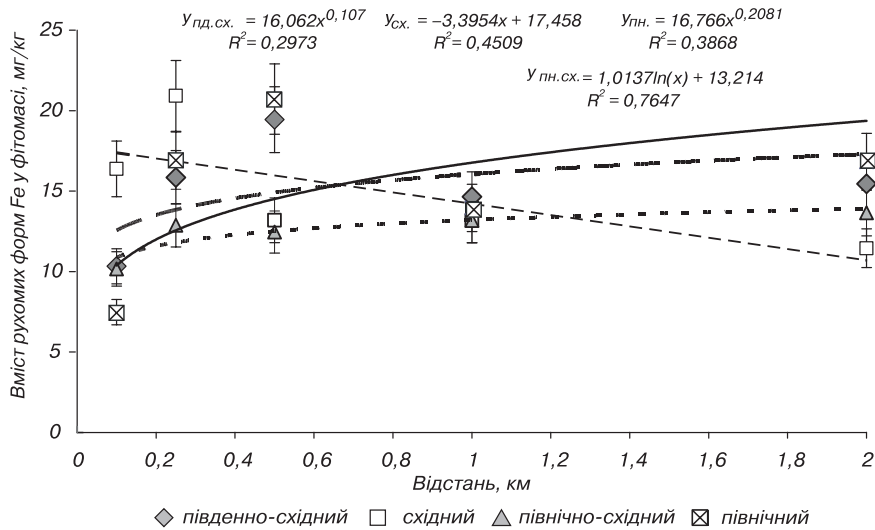


Рис. 6. Вміст рухомих форм Fe у компонентах агрофітоценозів на різній відстані від підприємств Східної промзони м. Житомира,  $M \pm m$ , мг/кг ( $n = 5$ )

## ВИСНОВКИ

Особливості накопичення двох груп металів у рослинних зразках території зони впливу підприємств Східної промзони м. Житомира відрізняються здатністю до повітряної міграції залежно від того, до якої фракції пилу вони належать. Діяльність підприємств, розташованих у цій зоні, зумовлює надходження в атмосферу неорганічного пилу, до складу якого входять токсичні сполуки та важкі метали. Пил містить від 25 до 80% тонкодисперсних фракцій, що зумовлює його перенесення на відстань понад 2 км від джерела забруднення. В нелокалізованому пилу містяться значні концентрації Mn, Zn, Pb, Cu, Fe.

мовлює надходження в атмосферу неорганічного пилу, до складу якого входять токсичні сполуки та важкі метали. Пил містить від 25 до 80% тонкодисперсних фракцій, що зумовлює його перенесення на відстань понад 2 км від джерела забруднення. В нелокалізованому пилу містяться значні концентрації Mn, Zn, Pb, Cu, Fe.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Romanchuk L.D. The model of landscape vegetation influence on the mass transfer processes / L.D. Romanchuk, T.P. Fedonyuk, R.G. Fedonyuk // Biosystems Diversity. — 2017. — Vol. 25. — No. 3. — P. 203–209.
2. Romanchuk L.D. Radiomonitoring of plant products and soils of Polissia during the long-term period after the disaster at the Chornobyl Nuclear Power Plant / L.D. Romanchuk, T.P. Fedonuk, G.O. Khant // Regulatory Mechanisms in Biosystems. — 2017. — Vol. 8. — No. 3. — P. 444–454.
3. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії: ДСТУ 4770.1-9:2007. — [Чинний від 01.01.2009 р.]. — К.: Держстандарт України, 2009. — 9 с. — (Національний стандарт України).
4. Охорона навколишнього природного середовища. Комплекс стандартів у сфері охорони ґрунтів: ДСТУ 4976: 2008. — [Чинний від 01.01.2009 р.]. — К.: Держстандарт України, 2009. — 9 с. — (Національний стандарт України).
5. Якість ґрунту. Землі техногенно забруднені. Обстеження та використання: ДСТУ 7243:2011. — [Чинний від 2012-01-01]. — К., 2012. — 12 с. — (Національний стандарт України).
6. Якість ґрунту. Агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення. Організаційні роботи під час польових досліджень: ДСТУ 7837:2015. — [Чинний від 2016-07-01]. — К.: УкрНДНЦ, 2016. — 11 с. — (Національний стандарт України).
7. Охорона ґрунтів. Деградація ґрунтів. Основні положення: ДСТУ 7874:2015. — [Чинний від 2016-07-01]. — К.: УкрНДНЦ, 2016. — 9 с. — (Національний стандарт України).
8. Охорона ґрунтів. Екологічне нормування антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив. Основні положення: ДСТУ 7875:2015. — [Чинний від 2016-07-01]. — К.: УкрНДНЦ, 2016. — 5 с. — (Національний стандарт України).

9. Якість ґрунту. Відбирання проб. — Ч. 2. — Настанови з методів відбирання проб: ДСТУ ISO 10381-2:2004. — [Чинний від 2006-04-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2006. — 12 с. — (Національний стандарт України).
10. Ґрунти. Відбирання, упакування, транспортування і зберігання зразків: ДСТУ Б В.2.1-8-2001. — [Чинний від 01.04.2002 р.]. — К.: Держстандарт України, 2002. — 23 с. — (Національний стандарт України).
11. Методика суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України / За ред. акад. О.О. Созінова і Б.С. Прістера. — К.: МСГ і П., 1994. — 162 с.
12. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения: ГОСТ 17.4.1.02-83. — [Введен в действие от 01.01.1985 г.]. — М.: Стандартиформ, 2008. — 4 с. — (Межгосударственный стандарт).

## REFERENCES

1. Romanchuk, L.D., Fedonyuk, T.P., Fedonyuk, R.G. (2017). The model of landscape vegetation influence on the mass transfer processes. *Biosystems Diversity*, 25 (3), 203–209 [in English].
2. Romanchuk, L.D., Fedonuk, T.P., Khant, G.O. (2017). Radiomonitoring of plant products and soils of Polissia during the long-term period after the disaster at the Chornobyl Nuclear Power Plant. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8 (3), 444–454 [in English].
3. Іакіст ґрунту. Vyznachennia vmistu rukhomykh spolkuk marhantsiu (tsynku, kadmiu, zaliza, kobaltu, midi, nikelii, khromu, svyntsiu) v ґруnti v buferanii amoniino-atsetatnii vytiashzti z pH 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Soil quality. The definition of the content of mobile compounds of manganese (zinc, cadmium, iron, cobalt, copper, nickel, chromium, lead) in the soil in the buffer ammonium-acetate the hood with a pH 4,8 method of atomic-absorption spectrophotometry]. (2009). *DSTU 4770.1-9:2007 from 01<sup>th</sup> January 2009*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
4. Okhorona navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha. Kompleks standartiv u sferi okhorony hruntiv [Protection of the environment. A set of standards in the field of soil protection]. (2009). *DSTU 4976: 2008 from 01<sup>th</sup> January 2009*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
5. Іакіст ґрунту. Zemli tekhnohenno zabrudneni. Obstezhennia ta vykorystannia [The quality of the soil. The lands are technically contaminated. Survey and use]. (2012). *DSTU 7243:2011 from 01<sup>th</sup> January 2012*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
6. Іакіст ґрунту. Ahrokhimichna pasportyzatsiia zemel silskohospodarskoho pryznachennia. Orhanizatsiini roboty pid chas polovykh doslidzhen [The quality of the soil. Agrochemical certification of agricultural land. Organizational work during field research]. (2016). *DSTU 7837:2015 from 01<sup>th</sup> July 2016*. Kyiv: UkrNDNTs [in Ukrainian].
7. Okhorona gruntiv. Dehradatsiia gruntiv. Osnovni polozhennia [Soil protection. Degradation of soils. Substantive provisions]. (2016). *DSTU 7874:2015 from 01<sup>th</sup> July 2016*. Kyiv: UkrNDNTs [in Ukrainian].
8. Okhorona gruntiv. Ekolohichne normuvannia antropohennoho navantazhennia na ґруntovyi pokryv. Osnovni polozhennia [Soil protection. Ecological normulation of anthropogenic loading on the soil cover. Substantive provisions]. (2016). *DSTU 7875:2015 from 01<sup>th</sup> July 2016*. Kyiv: UkrNDNTs [in Ukrainian].
9. Іакіст ґрунту. Vidbyrannia prob. Chastyna 2. Nastanovy z metodiv vidbyrannia prob [The quality of the soil. Sampling Part 2. Guidance on sampling methods]. (2006). *DSTU ISO 10381-2:2004 from 01<sup>th</sup> April 2006*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
10. Hrunty. Vidbyrannia, upakuvannia, transportuvannia i zberihannia zrazkiv [Soils Sampling, packing, transportation and storage of samples] (2002). *DSTU B V.2.1-8-2001 from 01<sup>th</sup> April 2002*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
11. Sozinov, O.O., Pristera, B.S. (Eds.). (1994). *Metodyka sutsilnoho ґруntovo-ahrokhimichnoho monitorynhu silskohospodarskykh uhid Ukrainy [Method of solid ground-agrochemical monitoring of agricultural lands in Ukraine]*. Kyiv: MSH i P. [in Ukrainian].
12. Okhrana pryrody. Pochvy. Klassyfykatsiia khymycheskykh veshchestv dlia kontroliia zahriaznennia [Nature protection. Soils. Classification of chemical for pollution control]. (2008). *HOST 17.4.1.02-83 from 01<sup>th</sup> January 1985*. Moskva: Standartynform [in Russian].

## РАДІОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ДЕРЕВНОЇ ЗОЛИ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ПІВНОЧІ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

М.М. Лазарєв<sup>1</sup>, В.П. Ландін<sup>2</sup>, О.В. Косарчук<sup>3</sup>, С.В. Поліщук<sup>3</sup>, С.Є. Левчук<sup>3</sup><sup>1</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування України<sup>2</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН<sup>3</sup> Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології

Проаналізовано результати досліджень забруднення  $^{137}\text{Cs}$  деревної золи у приватних господарствах населених пунктів північних районів Житомирської обл. у 2017 р. Встановлено, що діапазон питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у золі, що утворюється внаслідок використання як пального, радіоактивно забрудненої деревини в приватних господарствах указанного регіону становить 170–32900 Бк/кг. За критерієм питомої активності,  $^{137}\text{Cs}$  згідно з ОСПУ-2005, близько 8,5% від загальної кількості зразків золи, відібраних у приватних господарствах населених пунктів мережі моніторингу, класифікуються як низькоактивні радіоактивні відходи, зокрема: 3,92% зразків золи — з приватних господарств Бігунської селищної ради; 7,17 — з Можарівської селищної ради; 7,69 — з Піщаницької селищної ради та 22,73% — із смт Народичі. На основі отриманих даних зроблено висновок, що забруднена радіонуклідами зола є додатковим чинником радіаційної небезпеки, а саме — потенційним джерелом додаткового зовнішнього та внутрішнього опромінення місцевого населення.

**Ключові слова:** моніторинг,  $^{137}\text{Cs}$ , деревна зола, питома активність, радіоактивні відходи, приватні господарства.

Деякі позитивні зміни радіоекологічної ситуації на радіоактивно забруднених територіях України за час, який минув після аварії на Чорнобильській АЕС, знизили рівень уваги держави і суспільства до значення параметрів радіонуклідного забруднення навіть у регіонах, що розташовані на критичних у радіологічному розумінні ландшафтах і районах, які межують із зоною відчуження ЧАЕС. Нині у державі призупинено проведення регулярного комплексного радіологічного моніторингу, тому і відсутня повна інформація щодо динаміки змін певних напрямів формування радіаційної ситуації у населених пунктах північних регіонів України.

З огляду на високу вартість для багатьох верств населення природного газу та електроенергії через нестабільну економічну ситуацію в Україні, мешканці різних регіонів переходять на використання паливної деревини місцевого походження

для обігріву будівель та задоволення інших господарських потреб.

На сьогодні процес заготівлі паливної деревини часто є стихійним, тобто населення здійснює заготівлю деревини у будь-яких доступних місцях, ігноруючи можливі негативні наслідки. За відсутності державного регулювання ця проблема, крім правового аспекту, обтяжується радіоактивним забрудненням лісових угідь, де здійснюється неконтрольована заготівля населенням паливної деревини з невідомими рівнями вмісту радіонуклідів ( $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$ ).

Особливо актуальною ця проблема є для поліських областей України, лісові масиви яких зазнали найбільшого радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС. Так, частка лісів із щільністю забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  понад 37 кБк/м<sup>2</sup>, де вводилися обмеження на лісозористування, в Житомирській, Рівненській, Київській областях становила 60, 56, 52% відповідно, а у Волинській та Чернігівській областях таких насаджень — близько 20% від загальної площі лісового фонду [1].

Нині основна частина деревної продукції не перевищує ГНПАР-2005 [1, 2] за вмістом  $^{137}\text{Cs}$  (600 Бк/кг) та  $^{90}\text{Sr}$  (60 Бк/кг), проте ситуація може змінитися на частині забруднених радіонуклідами територій (північна частина Житомирської та Київської областей), оскільки останнім часом динаміка накопичення  $^{137}\text{Cs}$  має негативні тенденції для всіх деревних порід, відбувається підвищення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у більшості компонентів деревостану та сумарного вмісту радіонуклідів у деревині [1, 3, 4]. Унаслідок зростання радіоактивного забруднення деревостанів останнім часом на території Полісся України збільшується ризик заготівлі паливної деревини з рівнями, що перевищують ГНПАР-2005 за вмістом  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  [5], та дедалі частіше реєструються випадки використання для обігріву особистих будівель паливної деревини із значними рівнями радіонуклідного забруднення.

Хоч деревина і є доволі низькозольним паливом, середні значення зольності деревини більшості порід вимірюються у діапазоні 0,3–1% [6, 7], але внаслідок спалювання забрудненої радіонуклідами деревини відбувається концентрування радіонуклідів у мінеральній частині відходів (золи) з підвищенням питомої активності золи у 50–100 разів порівняно з відповідним показником вихідної деревини [8–10].

Метою дослідження було визначити рівні забруднення  $^{137}\text{Cs}$  золи, яка утворюється внаслідок використання деревини як пального у приватних господарствах північних районів Житомирської обл.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вибіркові дослідження забруднення  $^{137}\text{Cs}$  деревної золи в приватних господарствах проводили у восьми населених пунктах Овруцького (села Бігунь, Селезівка, Усове, Можари, Верпа, Пішаниця, Клинець, Поліське) та одному населеному пункті Народицького районів (сmt Народичі) Житомирської обл.

Зразки золи відбирали безпосередньо у місцях спалення деревини (печах, грубах тощо) загальною масою від 0,2 до 2 кг.

Гамма-спектрометричні дослідження відібраних зразків золи проводили у лабораторії ядерно-фізичних методів аналізу і радіохімії Українського науково-дослідного інституту сільськогосподарської радіології, який підпорядковано Національному університету біоресурсів і природокористування України.

Після відбору зразки золи паливної деревини висушували до повітряно-сухого стану і просіювали через сито з діаметром отворів 1 мм та ретельно гомогенізували.

Вимірювання питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у попередньо підготовлених пробах золи паливної деревини проводили на високо-ефективному гамма-спектрометрі з напівпровідниковим детектором із високочистого германію GEM-30185 фірми «EG & ORTEC», США (енергетична роздільна здатність за лінією  $^{60}\text{Co}$  — 1,78 кеВ, ефективність реєстрації відносно NaI — 30%) та на гамма-спектрометрі із сцинтиляційним детектором СЕГ-001-63 (АКП, Україна). Вимірювання здійснювали за допомогою поліетиленових посудин Марінеллі об'ємом 1000 см<sup>3</sup> та посудин Дента об'ємом 130 см<sup>3</sup>. Похибка вимірювання, залежно від активності зразків, варіювала у діапазоні 8–11%.

Калібрування спектрометрів здійснювали з використанням сертифікованих еталонних джерел випромінювання відповідно до вимог стандартизованого методу [11]. Загалом, визначання вмісту  $^{137}\text{Cs}$  виконано у 154 зразках золи паливної деревини.

Активність  $^{90}\text{Sr}$  у зразках золи визначали інструментально [12], з використанням сцинтиляційного бета-спектрометра СЕБ-01-70. Для вимірювання використовували аліквоту золи вагою 4 г, яку поміщували у вимірювальну кювету діаметром 6 см. Калібрування бета-спектрометра для цієї геометрії проведено з використанням «монорадіонуклідних» калібрувальних об'ємних джерел  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  (Радієвий інститут імені В.Г. Хлопіна, Росія). Як джерело  $^{40}\text{K}$  використовували хлористий калій (99,5%, Merck).

Обробку масивів первинної інформації та побудову гістограм частотного розподі-



лу зразків у визначених діапазонах питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  здійснювали із застосуванням стандартного пакета MS Excel 2003.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Населені пункти, у яких проводили дослідження рівнів забруднення  $^{137}\text{Cs}$  золи, утвореної внаслідок використання деревини як пального палива у приватних господарствах північних районів Житомирської обл., розміщуються у зоні «західного сліду» радіоактивного забруднення на різній

відстані від ЧАЕС, із різною щільністю забруднення території цим радіоелементом та характеризуються доволі широким діапазоном середньорічних ефективних доз опромінення населення (табл. 1).

Результати гамма-спектрометрії відібраних проб засвідчили, що питома активність  $^{137}\text{Cs}$  у зразках золи паливної деревини змінюється у широкому діапазоні як у окремо взятих населених пунктах (табл. 2), так і за селищними радами (рис. 1, 2).

Таблиця 1

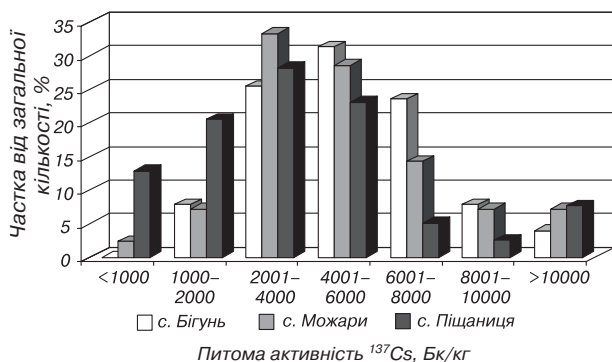
#### Коротка характеристика радіонуклідного забруднення деревної золи деяких населених пунктів Житомирської обл. [13, 14]

| Область/<br>Район           | Селищна рада | Населений пункт | Щільність забруднення $^{137}\text{Cs}$ , кБк/м <sup>2</sup> | Паспортна доза, мЗв/рік | Зона радіоактивного забруднення | Відстань до ЧАЕС, км |
|-----------------------------|--------------|-----------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------|
| Житомирська/<br>Овруцький   | Бігуньська   | с. Бігунь       | 40                                                           | 0,18                    | –                               | 125                  |
|                             |              | с. Селезівка    | 56                                                           | 0,23                    | –                               | 140                  |
|                             |              | с. Усове        | 94                                                           | 0,54                    | –                               | 137                  |
|                             | Можарівська  | с. Можари       | 43                                                           | 0,13                    | –                               | 115                  |
|                             |              | с. Верпа        | 40                                                           | 0,10                    | –                               | 120                  |
|                             | Піщаницька   | с. Піщаниця     | 93                                                           | 0,29                    | –                               | 98                   |
|                             |              | с. Клинець      | 80                                                           | 0,22                    | –                               | 100                  |
|                             |              | с. Поліське     | 129                                                          | 0,29                    | –                               | 121                  |
| Житомирська/<br>Народицький | Народицька   | смт Народичі    | 226                                                          | 1,30                    | 3                               | 74                   |

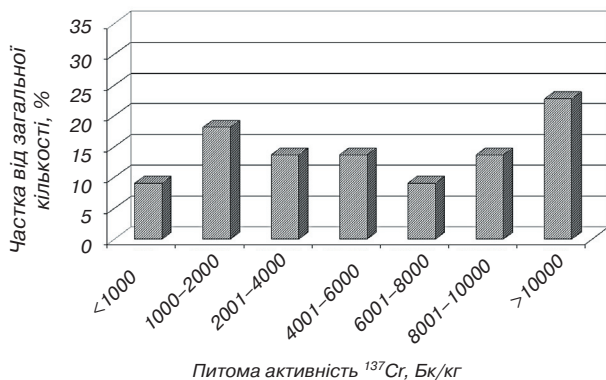
Таблиця 2

#### Питома активність $^{137}\text{Cs}$ у зразках золи паливної деревини з приватних господарств населених пунктів мережі моніторингу

| Селищна рада | Населений пункт | Питома активність $^{137}\text{Cs}$ у золі, Бк/кг |                   |         | Загальна кількість зразків, од. |
|--------------|-----------------|---------------------------------------------------|-------------------|---------|---------------------------------|
|              |                 | max-min                                           | Середнє $\pm$ STD | Медіана |                                 |
| Бігуньська   | с. Бігунь       | 10000–1290                                        | 4907 $\pm$ 2292   | 5030    | 32                              |
|              | с. Селезівка    | 13300–2060                                        | 6685 $\pm$ 3365   | 7140    | 13                              |
|              | с. Усове        | 7960–1920                                         | 4785 $\pm$ 1962   | 4600    | 6                               |
| Можарівська  | с. Можари       | 18000–680                                         | 5244 $\pm$ 3641   | 4680    | 37                              |
|              | с. Верпа        | 6300–2580                                         | 4346 $\pm$ 1638   | 4300    | 5                               |
| Піщаницька   | с. Піщаниця     | 3100–170                                          | 1543 $\pm$ 1084   | 1460    | 6                               |
|              | с. Клинець      | 15500–790                                         | 5058 $\pm$ 4065   | 4440    | 13                              |
|              | с. Поліське     | 18200–300                                         | 4053 $\pm$ 4058   | 3040    | 20                              |
| Народицька   | смт Народичі    | 32900–230                                         | 7531 $\pm$ 7792   | 4365    | 22                              |



**Рис. 1.** Гістограма розподілу зразків золи за питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  у приватних господарствах Бігунської ( $n = 51$ ) та Можарівської селищних рад ( $n = 42$ )



**Рис. 2.** Гістограма розподілу зразків золи за питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  у приватних господарствах смт Народиці ( $n = 22$ )

Згідно із наведеними даними (рис. 1), у приватних господарствах Бігунської селищної ради максимальна частота трапляння зразків золи з питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  у діапазоні 4001–6000 Бк/кг становить 31,31%; значною вона є також для зразків у діапазоні 2001–4000 Бк/кг — 25,49 та 6001–8000 Бк/кг — 23,53%. Мінімальною частота трапляння є для зразків золи з питомою активністю  $^{137}\text{Cs} > 10000$  Бк/кг — 3,92%, до того ж слід підкреслити, що у приватних господарствах обстежених населених пунктів Бігунської селищної ради не зафіксовано жодного зразка з питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  менше 1000 Бк/кг.

Слід зауважити, що у своїй роботі повною мірою ми навели узагальнені результати дослідження вмісту лише  $^{137}\text{Cs}$  у золі. Проте здійснені вибіркові дослідження деяких зразків золи свідчать про вміст у них і  $^{90}\text{Sr}$ , до того ж у кількостях не менших, ніж  $^{137}\text{Cs}$ , а інколи у рази та на порядок більших (табл. 3).

Аналіз частотного розподілу зразків золи, відібраних у приватних господарствах Бігунської селищної ради (рис. 1), свідчить, що за критерієм питомої активності  $^{137}\text{Cs}$ , згідно з ОСПУ-2005 (10 кБк/кг) [14], близько 4% з них класифікуються як низькоактивні радіоактивні відходи, а з урахуванням потенційного вмісту  $^{90}\text{Sr}$  (табл. 3) цей показник з високою вірогідністю може досягати щонайменше 11%, оскільки за вмісту кількох радіонуклідів, що належать до однієї групи, їх питомі активності додаються.

Результати аналізу інформації (рис. 1) свідчать, що у приватних господарствах Можарівської селищної ради максимальною частотою трапляння характеризуються зразки золи у таких діапазонах питомої активності: 2001–4000 Бк/кг — 33,33% та 4001–6000 Бк/кг — 28,57%. Найменша частота трапляння є властивою для діапазону мінімального значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  (<1000 Бк/кг — 2,38%). У діапазонах: 1000–2000, 8001–10000 та >10000 Бк/кг частота трапляння зразків золи, забрудненої  $^{137}\text{Cs}$ , є однаковою — на рівні 7,14%. Слід зауважити, що відповідно до положень ОСПУ-2005, лише за критерієм питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  (7,14%) зразки золи є низькоактивними радіоактивними відходами. Зважаючи на значну питому активність  $^{90}\text{Sr}$  у зразках золи, відібраних на території вказаної селищної ради (табл. 3), за сумарною активністю вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  з високою вірогідністю можна класифікувати як низькоактивні радіоактивні відходи близько 14% зразків.

Таблиця 3

**Питома активність  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у зразках золи з паливної деревини в приватних господарствах північних районів Житомирської обл.**

| Населений пункт | Питома активність $^{137}\text{Cs}$ та $^{90}\text{Sr}$ у золі |                          |                                                                         | Співвідношення $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$ |
|-----------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                 | $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг                                      | $^{90}\text{Sr}$ , Бк/кг | Сумарна питома активність ( $^{137}\text{Cs} + ^{90}\text{Sr}$ ), Бк/кг |                                                 |
| с. Бігунь       | 3820                                                           | 1750                     | 5570                                                                    | 2,18                                            |
| с. Верпа        | 6300                                                           | 2790                     | 9090                                                                    | 2,26                                            |
| с. Можари       | 18000                                                          | 7120                     | 25120                                                                   | 2,53                                            |
| с. Можари       | 5600                                                           | 4700                     | 10300                                                                   | 1,19                                            |
| с. Можари       | 2680                                                           | 2230                     | 4910                                                                    | 1,20                                            |
| с. Можари       | 1550                                                           | 6480                     | 8030                                                                    | 0,24                                            |
| с. Можари       | 680                                                            | 8890                     | 9570                                                                    | 0,08                                            |
| с. Поліське     | 18200                                                          | 11300                    | 29500                                                                   | 1,61                                            |
| с. Піщаниця     | 9340                                                           | 24350                    | 33690                                                                   | 0,38                                            |
| с. Піщаниця     | 1100                                                           | 1650                     | 2750                                                                    | 0,67                                            |
| с. Піщаниця     | 730                                                            | 1410                     | 2140                                                                    | 0,52                                            |
| смт Народичі    | 20900                                                          | 14750                    | 35650                                                                   | 1,42                                            |
| смт Народичі    | 14800                                                          | 2790                     | 17590                                                                   | 5,30                                            |
| смт Народичі    | 11000                                                          | 930                      | 11930                                                                   | 11,83                                           |
| смт Народичі    | 9760                                                           | 1190                     | 10950                                                                   | 8,20                                            |

Дещо подібна ситуація із забрудненням  $^{137}\text{Cs}$  деревної золи спостерігається на території Піщаницької селищної ради. Результати аналізу гістограми розподілу зразків золи за питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  (рис. 1) свідчать, що максимальна частота трапляння є характерною для зразків золи у діапазонах питомої активності 2001–4000 та 4001–6000 Бк/кг — 38,1 та 23,08% відповідно, а мінімальною — у діапазоні 8001–10000 Бк/кг — 2,38%. За питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  частка зразків золи на рівні 7,69% у підсобних господарствах, розташованих на території Піщаницької селищної ради, класифікуються як низькоактивні радіоактивні відходи, а з урахуванням співвідношення вмісту  $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$ , яке зафіксовано у відібраних зразках золи (табл. 3), цей показник з високою вірогідністю досягне значення 10%.

Результати визначення забруднення  $^{137}\text{Cs}$  деревної золи у приватних господарствах смт Народичі, — що розташовані у другій зоні радіоактивного забруднення, — на території із максимальною, порівняно із іншими населеними пунктами мережі моніторингу, щільністю радіоактивного забруднення (табл. 1) засвідчили про відмінність цих показників від тих, які зафіксовані на територіях Бігунської, Можарівської та Піщаницької селищних рад. Згідно із гістограмою розподілу зразків золи за питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  у приватних господарствах смт Народичі (рис. 2), максимальна частота трапляння є характерною для зразків золи у діапазоні питомої активності  $^{137}\text{Cs} > 10000$  Бк/кг — на рівні 22,73%, які за вмістом  $^{137}\text{Cs}$  відповідно до ОСПУ-2005 класифікуються як низькоактивні радіоактивні відходи. Дещо

меншою є частота трапляння зразків у діапазоні 1000–2000 Бк/кг — 18,18%. Частота трапляння зразків золи у інших діапазонах питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  визначається у межах 9,09–13,64%. З урахуванням співвідношення вмісту  $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$  у відібраних зразках золи з території вказаного населеного пункту (табл. 3), критерію низькоактивних радіоактивних відходів за сумарною активністю цих радіонуклідів 10 кБк/кг з високою вірогідністю відповідатиме близько 36% зразків.

### ВИСНОВКИ

Унаслідок спалювання забрудненої радіонуклідами деревини відбувається концентрування радіонуклідів у мінеральній частині відходів (золі) з підвищенням питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у золі у 50–100 разів порівняно з питомою активністю вихідної деревини, тобто до рівня радіоактивних відходів. Так, у північних районах Житомирської обл., поряд із сільськогосподарськими радіологічними проблемами, постає й інша проблема — накопичення радіоактивної золи, яка за критерієм пи-

томої активності може бути класифікована як низькоактивні радіоактивні відходи. Її використання як добрива на присадибних ділянках спричиняє додаткове зовнішнє і внутрішнє опромінення жителів радіоактивно забруднених територій, а також вторинне забруднення територій і господарських об'єктів та підвищення радіонуклідного забруднення ґрунту.

Гігієнічні аспекти цієї проблеми поки що не вийшли на рівень дискусії у науковій літературі, але мусимо констатувати, що сільські домогосподарства поступово перетворюються на сховище радіоактивних відходів, які залишаються від спалювання деревини. Інший аспект цієї проблеми стосується традиційного використання сільським населенням деревної золи з невідомими рівнями радіонуклідного забруднення як добрива для підвищення родючості ґрунту присадибних ділянок, на яких вирощують городину.

Все це потребує подальших досліджень та розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо утилізації забрудненої радіонуклідами золи.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Ландін В.П. Радіоактивне забруднення продукції лісового господарства в умовах Українського Полісся / В.П. Ландін // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. — 2013. — № 23 (1). — С. 14.
2. Обґрунтування нормативу на вміст радіонуклідів у паливній деревині та оцінка його виправданості / І.П. Лось, Н.Д. Шабуніна, О.О. Орлов та ін. // Довкілля та здоров'я. — 2008. — № 2 (45). — С. 19–22.
3. Орлов О.О. Порівняльна оцінка ролі різних компонентів листяйничкового бору у розподілі сумарної активності  $^{137}\text{Cs}$  / О.О. Орлов, С.Я. Кондратюк // Український ботанічний журнал. — 2002. — Т. 59, № 1. — С. 49–57.
4. Коростелів А.И. Радиоактивное загрязнение территории Брянских лесов и пути хозяйственного использования заготавливаемой древесины / А.И. Коростелів, О.Н. Коростелёва, А.А. Рыбикова // Успехи современного естествознания. — 2011. — № 4. — С. 104–106.
5. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в древесине на южном топливном следе Чернобыльских радиоактивных выпадений / Л.М. Отрешко, М.А. Журба, А.М. Билоус, Л.В. Йощенко // Ядерная физика та энергетика. — 2015. — Т. 16, № 2. — С. 183–192.
6. Демаков Ю.П. Зольный состав древесины различных пород деревьев в пойменном биотопе / Ю.П. Демаков, С.М. Швецов, А.М. Швецов // Актуальные проблемы лесного комплекса. — 2012. — № 31. — С. 125–129.
7. Рысин Л.П. Биогеоэкологические аспекты изучения леса / Л.П. Рысин. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. — 290 с.
8. International Atomic Energy Agency, Assessing Radiation Doses to the Public from Radionuclides in Timber and Wood Products. — Vienna, 2003. — 86 p.
9. Экологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС и их преодоление: двадцатилетний опыт: Доклад экспертной группы «Экология» Чернобыльского форума. МАГАТЭ. — Вена, 2008. — 180 с.
10. Радиоэкологические аспекты сжигания древесного топлива на крупных энергетических установках Беларуси / В.Н. Соловьев, М.Л. Жемжуров, А.С. Левчук и др. // Энергетическая Стратегия. — 2010. — № 1 (13). — С. 50–54.
11. Standard Test Methods for Detector Calibration and Analysis of Radionuclides: ASTM E181-10. — West Conshohocken, 2010. — 210 p.
12. Активность, удельная активность и объемная активность бета-излучающих радионуклидов в

- счетных образцах объектов технологических и природных сред: Методика выполнения измерений с использованием спектрометра энергий бета-излучения сцинтилляционного типа СЕБ-01, МИ12-05-99. — К.: АКПС, 1999. — 30 с.
13. Ліхтар'єв І.А. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ моніторингу у населених пунктах, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської катастрофи. Дані за 2011 р. (Збірка 14) / І.А. Ліхтар'єв, Л.М. Ковган, В.В. Василенко. — К., 2012. — 101 с.
  14. Закон України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» від 28.02.1991 р. № 791а-ХІІ [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/791%D0%12>
  15. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України (ОСПУ-2005) [Електронний ресурс] / Затверджено Наказом МОЗ України від 02.02.2005 р. № 54, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 20.05.2005 р. за № 552/10832. — Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0552-05>

## REFERENCES

1. Landin, V. (2013). Radioaktivne zabrudnennya produktiv liсового hospodarstva v umovakh Ukrainy koho Polissya [Radioactive contamination of forest products in the conditions of the Ukrainian Polissya]. *Naukovyy visnyk Natsional'noho li-sotekhnichnoho universytetu Ukrainy — The Scientific Bulletin of UNFU*, 23, 1, 14 [in Ukrainian].
2. Los', I. (2008). Obgruntuvannya normativu na vmist radionuklidiv u palyvniy derevyni ta otsinka yoho vypravdanosti [Justification of the norm for the content of radionuclides in fuel wood and assessment of its justification]. *Dovkillya ta zdorov'ya — Environment and Health*, 2, 45, 19–22 [in Ukrainian].
3. Orlov, O. (2002). Porivnyal'na otsinka roli riznykh komponentiv lyshaynykovoho boru u rozpodili sumarnoyi aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  [Comparative evaluation of the role of various components of lichen boron in the distribution of total activity of  $^{137}\text{Cs}$ ]. *Ukrayins'kyi botanichnyy zhurnal — Ukrainian Botanical Journal*, 59, 49– 57 [in Ukrainian].
4. Korostel'ev, A. (2011). Radyoaktivnoe zahryaznenye territoriy Bryanskyykh lesov y puty khozyaystvennoho yspol'zovannya zahotavlyvaemoy drevesyny [Radioactive contamination of the territory of the Bryansk forests and ways of economic use of harvested wood]. *Uspekhy sovremennoho estestvoznaniya — The successes of modern natural science*, 4, 104–106 [in Russian].
5. Otreshko, L. (2015). Soderzhanye  $^{90}\text{Sr}$  y  $^{137}\text{Sr}$  v drevesyne na yuzhnom toplyvnom slede Chernobul'skykh radyoaktivnykh vypadeniy [The content of  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in wood on the southern fuel trail of Chernobyl radioactive fallout]. *Yaderna fizyka ta enerhetyka — Nuclear physics and atomic energy*, 16, 2, 183–192 [in Ukrainian].
6. Demakov, Y. (2012). Zol'nyy sostav drevesynu razlychnykh porod derev'ev v poymennom byotope [Ash composition of wood of various tree species in the floodplain biotope]. *Aktual'nye problemy lesnoho kompleksa — Actual problems of the forestry complex*, 31, 125–129 [in Russian].
7. Rysyn, L. (2013). *Byoheotsenolohicheskiye aspekty yzuchenyya lesa [Biogeoenological aspects of forest study]*. Moskva: Tovaryshchestvo nauchnykh yzdanyy KMK [in Russian].
8. International Atomic Energy Agency, *Assessing Radiation Doses to the Public from Radionuclides in Timber and Wood Products* (2003). Vienna [in English].
9. *Ekolohicheskiye posledstviya avariy na Chernobul'skoy AES I preodolenye: dvadtsatyletnyy opyt: Doklad ekspertnoy grupy «Ekologiya» Chernobyl'skogo foruma. MAGATE [Environmental consequences of the Chernobyl disaster and their overcoming: 20 years of experience: Report of the expert group «Ecology» of the Chernobyl Forum. IAEA]*. (2008). Vena [in Russian].
10. Solov'ev, V. (2010). Radyoekolohicheskiye aspekty szhyhannya drevesnoho toplyva na krypnukh enerhetycheskykh ustanovkakh Belarusy [Radioecological aspects of burning wood fuel at large power plants of Belarus]. *Enerhetycheskaya Stratehiya — Energy strategy*, 1 (13), 50–54 [in Russian].
11. Standard Test Methods for Detector Calibration and Analysis of Radionuclides (2010). *ASTM E181-10*. West Conshohocken [in English].
12. *Aktivnost', udel'naya aktivnost' y obiemnaya aktivnost' beta-yzluchayushchykh radionuklydov v schetnykh obraztsakh ob'ektov tekhnolohicheskyykh y pryrodnukh sred: Metodyka vupolneniyya yzmereniy s yspol'zovanyem spektrometra enerhiy beta-yzlucheniyya stsyntyllyatsyonnoho typu SEB-01. MY12-05-99 [Activity, specific activity and volumetric activity of beta-emitting radionuclides in countable samples of objects of technological and natural media: Methodology for performing measurements using the scintillation-type beta radiation spectrometer SEB-01. MI12-05-99]*. (1999). Kiev: AKPS [in Russian].
13. Likhtar'ov, I.A., Kovhan, L.M., Vasilenko, V.V. (2012). *Zahal'nodozymetrychna pasportyzatsiya ta rezul'taty LVL monitorynhu u naselenykh punktakh, yaki zaznaly radyoaktivnoho zabrudnennya pisllya Chornobyl's'koyi katastrofy. Dani za 2011 r. [General dosimetric certification and results of monitoring and monitoring of human health in human settlements affected by radioactive contamination after the Chernobyl disaster. Data for 2011]*. Kyiv [in Russian].
14. Закон Украины «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» від 28.02.1991 р. № 791а-ХІІ [Law of Ukraine «On the legal regime of the territory that was exposed to radioactive contamination as a result of the Chernobyl disaster» dated February 28, 1991 No. 791a-XII]. *zakon2.rada.gov.ua*. Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/791%D0%12> [in Ukrainian].
15. Osnovni sanitarni pravyla zabezpechennya radiatsiynoyi bezpeky Ukrainy (OSPU-2005). — Zatver-

dzheni Nakazom MOZ Ukrainy vid 02.02.2005 No. 54, zareyestrovano v Ministerstvi yustytstiy Ukrainy 20.05.2005 r. za No. 552/10832. [Basic sanitary rules of radiation safety of Ukraine (OSSU-2005). — Approved by the Order of the Ministry of

Health of Ukraine dated February 2, 2005 No. 54, registered with the Ministry of Justice of Ukraine on May 20, 2005 under No. 552/10832]. *zakon2.rada.gov.ua*. Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0552-05> [in Ukrainian].

UDC 577.34:574.64:504.062

## EVALUATION OF TOXICITY OF WATERS FROM THE SURFACE SOURCES OF WATER SUPPLY AND DRINKING WATER OF ZHYTOMYR CITY BY THE METHOD OF SHORT-TERM CHRONIC BIOTESTING

E. Arystarkhova

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

Обґрунтовано підвищення інформативності тестування вод поверхневих джерел водопостачання та питної води завдяки використанню гладенької шпоркової жаби (*Xenopus laevis* Daudin, 1802). Як метод досліджень використовували біотестування за тест-реакцією іммобілізації озерної жаби (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) і *X. laevis* з 8-добовою експозицією особин. Встановлено, що під час біотестування за відсутності іммобілізації *R. ridibunda* не виявлено токсичності дослідних вод, а за іммобілізації *X. laevis* визначено низький рівень водної токсичності у межах 25–50%. Оцінювання хронічної токсичності вод поверхневих джерел водопостачання та питної води доцільно проводити методом біотестування на *X. laevis*, які виявились більш чутливими до низьких рівнів забруднень, у середньому на 28,2% — у гострому досліді тривалістю 4 доби і на 41,3% — у хронічному досліді тривалістю 8 діб, ніж традиційні тест-об'єкти *R. ridibunda*.

**Ключові слова:** біотестування, води джерел водопостачання, питна вода, іммобілізація, *R. ridibunda*, *X. laevis*, токсичність.

The assessment of water quality in surface water sources and drinking water using physical and chemical analysis does not provide complete information on the complex impact of pollutants on aquatic ecosystems. Therefore, the use of biological methods to determine the toxicity of these waters is particularly relevant [1, 2]. Moreover, the toxicity of drinking water surface waters should be evaluated not only for humans, but also for aquatic organisms [3–8], especially for those which are actively involved in the processes of water quality formation.

Due to the urgent need for monitoring the state of the water from existing methods of biomonitoring, it is expedient to use the

biological testing as the obligatory method, which allows, due to high sensitivity, to detect quickly the effects of pollution of surface water sources and drinking water, and at the same time it is much simpler and cheaper in execution, has a time constraint even when determining the chronic toxicity of water and does not require highly qualified labor as physical and chemical methods of research [9–11].

In literature during the last decade much attention has been paid to the feasibility of using sets of several highly sensitive organisms related to different levels of biological organization, through which it is possible to assess the state of the aquatic environment [9–11]. Obligatory representatives of such test kits should be vertebrate animals [10,



11], including frogs. However, not all species of frog behave equally in the same type of water pollution. In addition, some species are able to react more actively to organic compounds, others — on heavy metals, synthetic surfactants or nanomaterials, etc. [2, 11]. To identify the creatures that can provide more accurate information on the level of total water toxicity, a prerequisite is to conduct a comparative analysis of a few or more species of frogs, the most sensitive of which are the prospect of being used in biotesting of low contaminated waters.

Taking into account the above mentioned features and the existing literary data on the significant increase in the effectiveness of bioassay for the use of highly sensitive organisms [10, 11], we consider that it is necessary to compare two types of unified frogs of marsh (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) and african clawed (*Xenopus laevis* Daudin, 1802), which are used in international and national standards for determining the toxicity of water [10, 11]. For the first time, for assessing the toxic effects of water using frogs, the proposed scale of toxicity levels tested on daphnia [4], which is fully consistent with SSaNRN (State sanitary rules and norms) 2.2.4-171-10, has been applied.

The goal of the research is to increase the informativeness of the method of testing water from the surface sources of water supply and drinking water using african clawed frog.

## MATERIALS AND METHODS OF RESEARCH

In order to realize the research objective, a comparative analysis of the biotesting of water toxicity was carried out, a sample of which was selected in prepared dishes from the Denyshivske reservoir and Vidsichne water intake of Teteriv river and from the clean water reservoirs (CWR) of CE «ZhytomyrVodokanal» in April 2016 [4]. After sampling the water was poured into aquariums (10 dm<sup>3</sup>) and formed control and test groups according to the following scheme:

- Control group — a test of a settled (24 hours) tap water;

- Test group D-1: water samples — from the Denyshivske reservoir;
- Test group D-2: water samples — from the Vidsichne water intake;
- Test group D-3: water samples — with CWR 5000 m<sup>3</sup>;
- Test group D-4: water samples — with CWR 20 000 m<sup>3</sup>.

Test-objects: marsh frog (*R. ridibunda*) and african clawed frog (*X. laevis*).

Retention: in aquariums, 10 dm<sup>3</sup> of water, the concentration of oxygen in which is not less than 4 mg/dm<sup>3</sup>, the temperature +20°C±2.5°C, and the density of planting — individual/3 dm<sup>3</sup>; in conditions of natural light and replacement of water of appropriate quality every 2 days.

Feeding: animal feed (mosquito larvae, sludge worm).

Test Reaction: immobilization, including mortality of individuals.

Exposure: acute lethal toxicity — for 4 days and short-term chronic toxicity (short-term chronic toxicity) — within 8 days.

Biotesting: daily calculation of active and immobilized (including dead) individuals from the 1st to the 8th day.

Experiments were carried out in 3-time repeat, using standard techniques and own developments [4, 5, 10, 11].

The obtained data were compared with the control. For each experimental water sample, the toxicity index (%) for the SSaNRN 2.2.4-171-10 [5] was calculated using the following formula:

$$T = \frac{I_k - I_0}{I_k} 100,$$

where: T — index of toxicity, %; I<sub>k</sub> — the value of the test-reaction of individuals in the control; I<sub>0</sub> — the value of the test-reaction of individuals in the experiment.

The water toxicity index should not exceed 50% regardless the test objects used in the studies.

## RESULTS AND DISCUSSION

One of the most important issues in the context of biotesting of water toxicity is the choice of test objects that must be standardi-

zed organisms, with which standard experiments have been developed, and which should be adequately responsive to certain levels of pollution of the tested medium. Among the organisms that test biotesting of the aqueous medium the most commonly used are infusoria, daphnia, ceriodaphnia, guppies, common onions, salad dressings, etc. [5–8]. For a long time, these test objects were used to determine the toxicity of natural and sewage, and the development of SSanRN 2.2.4-171-10 contributed to their use in water testing of surface water sources and drinking water [5].

However, for biotesting the quality of these waters, which are much cleaner than other species, traditional organisms were not sufficiently informative. In this regard, the search for unified organisms, by means of which higher efficiency compared with generally accepted test objects, low levels of water pollution can be found.

As test organisms, we tested for sensitivity to toxic components of water 2 species of marsh and african clawed frogs for the test-reaction of immobilization of individuals,

the advantage of which, in comparison with many other frogs reactions, is the simplicity of its determination for the calculation of the number of active and immobilized individuals.

A comparative analysis of the environmental effectiveness of biotesting on marsh frog and african clawed frog of water samples taken in the reservoirs of the Teteriv river and the clean water reservoirs (CWR) at the Communal Enterprise «ZhytomyrVodokanal» is presented in the table:

The obtained data indicate that the test organism proposed for conducting the assessment of the water *X. laevis* by the reaction of immobilization of individuals is more sensitive to the determination of water toxicity than *R. ridibunda*. According to the biotesting data, the scale of the water toxicity levels proposed by us is used, which can be used both for the determination of its acute and chronic toxic effects [4]: 1–25% – acceptable level of toxicity; 26–50% – low toxicity; 51–75% – average toxicity; 76–100% – high toxicity.

**Comparative analysis of biotesting with *R. ridibunda* and *X. laevis* of waters from the reservoirs of the Teteriv river and the CWR of Communal enterprise «ZhytomyrVodokanal» (n = 30)**

| Test groups and figures      | Toxicity after immobilization of test objects (T, %): |                |                  |                |
|------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------|------------------|----------------|
|                              | <i>R. ridibunda</i>                                   | toxicity level | <i>X. laevis</i> | toxicity level |
| <i>Acute toxicity</i>        |                                                       |                |                  |                |
| D-1 (Denyshivske Reservoir)  | absent                                                | ATL            | 35.7             | LTL            |
| D-2 (Vidsichne water intake) | absent                                                | ATL            | 27.1             | LTL            |
| D-3 (CWR 5 000)              | absent                                                | ATL            | 25.1             | ATL            |
| D-4 (CWR 20 000)             | absent                                                | ATL            | 24.9             | ATL            |
| Exposure duration, days      | 4                                                     |                | 4                |                |
| <i>Chronic toxicity</i>      |                                                       |                |                  |                |
| D-1 (Denyshivske Reservoir)  | absent                                                | ATL            | 49.6             | LTL            |
| D-2 (Vidsichne water intake) | absent                                                | ATL            | 42.5             | LTL            |
| D-3 (CWR 5 000)              | absent                                                | ATL            | 38.2             | LTL            |
| D-4 (CWR 20 000)             | absent                                                | ATL            | 34.9             | LTL            |
| Exposure duration, days      | 8                                                     | –              | 8                | –              |

Note: I<sub>M</sub> – immobilization of frogs; T – index of water toxicity (in relation to control); levels of toxicity of water: ATL – admissible, LTL – low.

African clawed frog is a model for investigation in medical and ecological biotechnology. This species of frog should be sensitive enough to the chronic toxic effects of water components of surface water sources and drinking water. Therefore, it is important to compare the sensitivity to the chronic toxicity of water given by *X. laevis* with such a widespread aquatic toxicology as a species of frog like *R. ridibunda*.

In the experiment, in the test-reaction of immobilization of *R. ridibunda*, only the permissible level of toxicity was detected in all investigated water species. However, it is obvious that water from surface water sources and drinking water can not have the same toxicity. This fact has been proved by us with the use of a more sensitive species of *X. laevis*. Thus, for the determination of acute and chronic effects of water, not only the permissible levels of their toxicity (ATL) were revealed, which in fact indicate a lack of harmful effects on organisms, but also low levels (LTL) within the toxicity index of 25–50%. The highest value of the toxicity index was detected determining the chronic effect of water in the reservoir of Denyshivske district of Teteriv, somewhat lower — in the water

intake of the Attic. The determination of the acute effects of water in these groups also revealed higher levels of toxicity compared with the levels of toxicity of drinking water. Although the 50% limit on water hazard was not exceeded, biotesting with african clawed frog was on 26.3% average (in the acute study) and 36.6% (in the chronic study) more effective than testing on marsh frog.

Consequently, under the same conditions of biotesting with *R. ridibunda* and *X. laevis*, the latter showed a significantly higher sensitivity to the toxic components of water sources of water supply and drinking water in the conditions of the Communal enterprise «ZhytomyrVodokanal».

## CONCLUSIONS

The evaluation of chronic toxicity of water from surface sources of water supply and drinking water is proposed to be carried out by the method of biotesting with *X. laevis*, which turned out to be more sensitive to low levels of contamination on average 28.2% in an acute study of duration 4 days and 41.3% in the short-term chronic study duration of 8 days than the traditional test-object of *R. ridibunda*.

## ЛІТЕРАТУРА

1. River watch. Manual for public environmental monitoring. — SPb.: Friends of the Baltics; Coalition Clean Baltics, 2015. — 32 p.
2. Nanostructured zinc oxide-cotton fibers: synthesis, characterization and applications / I.M. El-Nahhal, S.M. Zourab, F.S. Kodeh et al. // Journal of Materials Science. — 2013. — P. 3970–3975.
3. Malik A. Environmental Deterioration and Human Health: Natural and anthropogenic determinants / A. Malik, E. Grohmann, R. Akhtar. — Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, 2014. — 421 p.
4. Аристархова Е.О. Експрес-оцінка потенційної небезпеки води методом біотестування на *Daphnia magna* S. / Е.О. Аристархова // Вісник аграрної науки. — 2017. — № 2. — С. 50–54.
5. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10 за № 452/17747 / МОЗ України. — [Чинний від 1.07.2010 р.]. — К., 2010. — 50 с. — (Державні стандарти України).
6. Zooplankton (*Cladocera*) species turnover and long-term decline of *Daphnia* in two high mountain lakes in the Austrian Alps / L. Nevalainen, M. Ketola, J.B. Korosi et al. // Hydrobiologia. — 2014. — Vol. 722 (1). — P. 75–91.
7. Water quality. Determination of long term toxicity of substances to *Daphnia magna* Straus (*Cladocera, Crustacea*): ISO 10706: 000. — Paris, 2000. — 26 p.
8. Jakob U. Oxidative Stress and Redox Regulation / U. Jakob, D. Reichmann. — Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, 2013. — 486 p.
9. Скок С.В. Оцінювання якості питної води м. Херсона методом біотестування / С.В. Скок // Агро-екологічний журнал. — 2015. — № 2. — С. 26–30.
10. Комплексна оцінка токсичності водних зразків за допомогою рослинних і тваринних тест-організмів / М.С. Осмалений, А.М. Головков, А.В. Нанієва, М.Р. Верголяс // Фактори експериментальної еволюції організмів. — 2015. — Т. 16. — С. 74–77.
11. Пат. 10804 А Україна, МПК G 01 N 33/18; G 01 N 21/76. Спосіб комплексного визначення генетичної безпеки питної води / В.В. Гончарук; заявник та патентовласник В.В. Гончарук; заявл. 5.11.2015, опубл. 11.04.2016, Бюл. № 7.

## REFERENCES

1. *River watch. Manual for public environmental monitoring*. (2015). SPb.: Friends of the Baltics; Coalition Clean Baltics [in English].
2. El-Nahhal, I.M., Zourab, S.M., Kodeh, F.S. (2013). Nanostructured zinc oxide-cotton fibers:synthesis, characterization, and applications. *Jornal of Materials Science*, 3970–3975 [in English].
3. Malik, A., Grohmann, E., Akhtar, R. (2014). *Environmental Deterioration and Human Health: Natural and anthropogenic determinants*. Dordrecht Heidelberg, London, New York: Springer [in English].
4. Arystarkhova, E.O. (2017). Ekspres-otsinka potentsiinoi nebespeky vody metodom biotestuvannia na *Daphnia magna* S. [Express-estimation of potential danger of water by the biotesting method with *Daphnia magna* S.]. *Visnyk agrarnoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*, 2, 50–54 [in English].
5. Higienichni vymogy do vody pytnoi, prysnachenoi dlya spo vzhyvannya ludynoiu [Hygiene requirements to drinking water intended for human consumption"]. *DSanPiN 2.2.4-171-10*, No. 452/17747 from 1<sup>st</sup> July 2010. Kyiv: Ministerstvo okhorony sdorovia Ukrainy [in Ukrainian].
6. Nevalainen, L., Ketola, M., Korosi, J.B. (2014). Zooplankton (*Cladocera*) species turnover and long-term decline of *Daphnia* in two high mountain lakes in the Austrian Alps. *Hydrobiologia*, 722, 1, 75–91 [in English].
7. Water quality. Determination of long term toxicity of substances to *Daphnia magna* Straus (*Cladocera, Crustacea*) BS 6068-5. 28:2000, ISO 10706: 2000 [in English].
8. Jakob, U., Reichmann, D. (2013). *Oxidative Stress and Redox Regulation*. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer [in English].
9. Skok, S.V. (2015). Otsiniuvannia yakosti pytnoi vody m. Khersona metodom biotestuvannia [Evaluation potable water quality Kherson city by the method biological testing]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 2, 26–30 [in Ukrainian].
10. Osmalenyi, M.S., Holovkov, A.M., Nanijeva, A.V., Vergolias, M.R. (2015). Kompleksna otsinka toksychnosti vodnykh srazkiv za dopomogou roslynnykh i tvarynnykh test-orhanizmiv [Comprehensive evaluation of toxicity of water samples using plant and animal test-organisms]. *Faktory eksperymentalnoi evolutsii orhanizmiv – Factors of organisms experimental evolution*, 16, 74–77 [in Ukrainian].
11. Honcharuk, V.V. (2016). Sposib kompleksnogo vyznachennia henetychnoi bezpechnosti pytnoi vody [Metod of comprehensive determination of drinking water genetical safety]. *Ukranian patent No. 10804, MPK G 01 N 33/18; G 01 N 21/76. 11.04.2016, Bul. 7* [in Ukrainian].

# РОДЮЧІСТЬ І ОХОРОНА ҐРУНТІВ

УДК 631. 459.01

## ВПЛИВ ПРИРОДНИХ І АГРОТЕХНІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ЕРОЗІЙНУ ДЕГРАДАЦІЮ ЧОРНОЗЕМУ ЗВИЧАЙНОГО

С.В. Канівець<sup>1</sup>, О.Є. Орел<sup>2</sup>, П.О. Волков<sup>1</sup>, З.В. Краснов<sup>2</sup>, В.Г. Десенко<sup>2</sup>,  
І.Л. Шигимага<sup>2</sup>, О.І. Чабовська<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

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

*На прикладі землекористування господарства з двома відділеннями в межах сильно пересіченого рельєфу, але розташованих на різних частинах ландшафту регіону і різних висотах, досліджено ерозійні втрати основних показників родючості еродованих чорноземів звичайних, що залягають на схилах, відмінних за експозицією і крутизною, порівняно з їх повнопрофільними різновидами. Доведено, що в умовах північно-східної недостатньо зволоженої підзони Степу величина ерозійних втрат великою мірою залежить як від ландшафтного розташування землекористувань відділень відносно макрорельєфу території регіону, так і від характеру ландшафтів окремих полів. Рекомендовано врахувати це під час планування виробничих заходів, тобто індивідуально розробляти технології землеробства і системи внесення добрив для кожного поля у конкретному землекористуванні.*

**Ключові слова:** ерозія ґрунту, ксероморфність ґрунту, родючість ґрунту, ландшафт, землекористування, деградація.

З чисельних літературних джерел [1–4] відомо, що внаслідок ерозійної деградації ґрунту орні землі України щорічно втрачають 10–24 млн т гумусу, 300–964 тис. т азоту, 678–900 тис. т фосфору, 6–12,2 млн т калію, які не компенсуються за допомогою внесення добрив. У Барвінківському р-ні, де проводили дослідження, втрати гумусу від ерозії становлять 2,3 т/га/рік, а від незбалансованого внесення органічної речовини — 0,6 т/га/рік [5].

На рівень ерозійних процесів впливають відповідні умови і чинники, які розділяються на ті, що формують поверхневий стік (клімат, рельєф, ґрунти тощо), і ті, що визначаються господарською діяльністю людини (ступінь захисту рослинністю, технологія обробітку ґрунту тощо). Їх співвідношення і взаємодія обумовлюють інтенсивність перебігу ерозійних процесів.

Стабілізація ерозійної ситуації відбувається тоді, коли наслідки дії ерозії повністю компенсуються ґрунтоутворним процесом. За таких умов протікають звичайні денудаційні процеси.

На сьогодні накопичено значний обсяг інформації як про масштаби цього негативного явища, так і про ефективність заходів боротьби з ним. Однак у кожній природній зоні чи окремому аграрному ландшафті прояв ерозійної деградації ґрунтів та ефективність захисту залежить від місцевих виробничо-екологічних умов. Метою нашої роботи є дослідження основних показників родючості чорноземів звичайних Північно-Східного Степу з різним ступенем еродованості, що залягають на схилах, відмінних за експозицією і крутизною, порівняно з їх повнопрофільними різновидами.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для дослідження було обрано землекористування АФ «Барвінок» Барвінків-

© С.В. Канівець, О.Є. Орел, П.О. Волков, З.В. Краснов,  
В.Г. Десенко, І.Л. Шигимага, О.І. Чабовська, 2017

ського р-ну Харківської обл. Землі господарства розташовуються в північно-східній пересіченій недостатньо зволоженій підзоні Степу і складаються з двох різних за ландшафтами відділень. Землекористування першого — Гусарівського відділення — здійснюється в умовах плато крутого лівобережжя долини р. Сухий Торець (130–150 м над рівнем моря (н.р.м.)). Поля Гаврилівського відділення розкинулись на вододілі (160–200 м н.р.м.). Детально були обстежені парові поля і візуально — посіви соняшнику та пшениці озимої. Для досліджень обирали поля з максимально строкатим рельєфом. Зразки ґрунту відбирали: для визначення продуктивної вологи — з горизонтів 0–20, 20–40, 40–60, 60–80 і 80–100 см, а для визначення вмісту лужногідролізованого азоту і гумусу — з горизонту 0–30 см. Глибину гумусованості ґрунту визначали морфологічно. Аналізи зразків ґрунту проводили стандартизованими методами в атестованих лабораторіях. У лабораторії ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського» визначили запаси продуктивної вологи термостатно-ваговим методом, вологість в'янення прийняли як середню для досліджуваних ґрунтів. У лабораторії Харківської філії ДУ «Держґрунтохорона» визначали: вміст гумусу за Тюріним у модифікації Сімакова (ДСТУ 4289:2004), лужногідролізований азот — методом Корнфілда.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження проводили після потужних злив, проте значного посилення ерозійних процесів на полях (великої кількості мікропромоїн) не спостерігалось, що свідчить про адаптованість систем землеробства до ландшафтних умов. Однак у межах Гаврилівського відділення було виявлено осередки дефляції — результат сильних вітрів східного напрямку у холодний період і навесні — локальні прояви водної ерозії. Крім того, наявність хвилясто-схиливих форм рельєфу (гофровані схили), давніх улоговин, неглибоких витоків з мочарів, слабо- і середньоеродованих ґрунтів свідчать про інтенсивний перебіг ерозійних

процесів у минулому і повільне їх протікання тепер. Тому дослідження проводили за показниками, що лімітують врожайність сільськогосподарських культур у підзоні Північно-Східного Степу.

Дані досліджень, викладені в таблиці, демонструють істотні відмінності як на рівні полів, так і на рівні землекористувань відділень. Це пояснюється багатьма чинниками, та основними з них є відмінність ландшафтів відділень господарства і розташування їх відносно макрорельєфу території району. Землекористування Гусарівського відділення здійснюється в умовах висот 130–150 м н.р.м. (заплава р. Сухий Торець — 80 м н.р.м.).

З півдня територія обмежується крутим уступом високого лівобережжя долини р. Сухий Торець, зі сходу — крутим уступом високого правого схилу величезної балки, тобто відкрита південним і східним суховіям. Загальний нахил розташування землекористування — «теплий» (південний). Цьому сприяє сухий мікроклімат. За таких умов формуються ґрунти з властивостями, характерними більш південним підтипам чорноземів, які поступаються зональним умістом гумусу і грубизною гумусованого профілю [6], що підтверджується даними таблиці.

Землі Гаврилівського відділення розташовуються на вододілі, загальний нахил його — «холодний», тобто північний (160–195 м н.р.м.). Порівняно з попереднім відділенням, має значно м'якший мікроклімат з більшою кількістю атмосферних опадів — вплив висотної зональності [7]. Ґрунти за своїми властивостями нагадують більш північні підтипи [6]. Поля 6111 і 6122 з найродючішими ґрунтами розташовуються на висоті 185–195 м н.р.м.

Ґрунти Гусарівського і Гаврилівського відділень — це чорноземи звичайні глибокі. Однак перші — малогумусні (вміст гумусу — 4,1%), до того ж потужність їх становить близько 90 см (нижня межа чорноземів звичайних глибоких). Ґрунти Гаврилівського відділення — чорноземи звичайні глибокі середньогумусні (5,5–6,3% гумусу), з гумусним прокрашуванням профілю понад 100 см.



**Основні показники родючості повнопрофільних, еродованих і ксероморфно-еродованих чорноземів звичайних за 2016 р.**

| № проб                                                                                                                                                    | Поле | Лужногідролізований азот, мг/кг ґрунту | Продуктивна волога ґрунту, мм у 100 см | Гумус, % | Грубизна гумусованості, см |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------|----------------------------|
| <b>Гусарівське відділення</b>                                                                                                                             |      |                                        |                                        |          |                            |
| <b>Чорний пар</b>                                                                                                                                         |      |                                        |                                        |          |                            |
| <i>Чорноземи звичайні глибокі і чорнозем звичайний</i>                                                                                                    |      |                                        |                                        |          |                            |
| 1                                                                                                                                                         | 1043 | 98,2                                   | 126,4                                  | 4,2      | 90                         |
| 2                                                                                                                                                         | 1044 | 89,8                                   | 103,1                                  | 4,0      | 85                         |
| 3                                                                                                                                                         | 1024 | 97,0                                   | 119,8                                  | 4,1      | 95                         |
| Чорнозем звичайний, схил 2° північно-західної експозиції                                                                                                  |      |                                        |                                        |          |                            |
| 4                                                                                                                                                         | 1043 | 94,2                                   | 116,5                                  | 4,1      | 90                         |
| Чорнозем звичайний слабоеродований, схил 3–4° північної експозиції                                                                                        |      |                                        |                                        |          |                            |
| 5                                                                                                                                                         | 1043 | 82,0                                   | 102,3                                  | 3,9      | 80                         |
| Чорнозем звичайний слабоексероморфно-еродований, схил 1,5° західної експозиції                                                                            |      |                                        |                                        |          |                            |
| 6                                                                                                                                                         | 1023 | 81,0                                   | 95,0                                   | 4,1      | 80                         |
| Чорнозем звичайний середньоексероморфно-еродований, схил 3–4° південно-західної експозиції                                                                |      |                                        |                                        |          |                            |
| 7                                                                                                                                                         | 1043 | 54,2                                   | 60,5                                   | 2,9      | 50                         |
| Чорнозем звичайний середньоексероморфно-еродований на двочленній породі: опісковані леси — 60 см, глибше — третинні піски, схил 3–4° південної експозиції |      |                                        |                                        |          |                            |
| 8                                                                                                                                                         | 1052 | 47,6                                   | 70,3                                   | 1,5      | 40                         |
| Чорноземи звичайні середньоексероморфно-еродовані, схил 3–4° східної експозиції                                                                           |      |                                        |                                        |          |                            |
| 9                                                                                                                                                         | 1044 | 77,0                                   | 93,0                                   | 3,3      | 60                         |
| 10                                                                                                                                                        | 1044 | 75,4                                   | 95,0                                   | 3,5      | 60                         |
| <b>Зайнятий пар (гірчиця)</b>                                                                                                                             |      |                                        |                                        |          |                            |
| Чорнозем звичайний глибокий                                                                                                                               |      |                                        |                                        |          |                            |
| 11                                                                                                                                                        | 1041 | 93,8                                   | 88,0                                   | 3,9      | 90                         |
| Чорнозем звичайний слабоексероморфно-еродований, схил 1,5° південної експозиції                                                                           |      |                                        |                                        |          |                            |
| 12                                                                                                                                                        | 1041 | 82,6                                   | 77,0                                   | 3,5      | 80                         |
| Чорнозем звичайний середньоексероморфно-еродований, схил 4° південної експозиції                                                                          |      |                                        |                                        |          |                            |
| 13                                                                                                                                                        | 1041 | 70,0                                   | 43,3                                   | 2,9      | 55                         |
| <b>Гаврилівське відділення</b>                                                                                                                            |      |                                        |                                        |          |                            |
| <b>Чорний пар</b>                                                                                                                                         |      |                                        |                                        |          |                            |
| Чорноземи звичайні глибокі                                                                                                                                |      |                                        |                                        |          |                            |
| 14                                                                                                                                                        | 6111 | 124,8                                  | 174,3                                  | 6,3      | Більше 100                 |
| 15                                                                                                                                                        | 6122 | 118,2                                  | 173,4                                  | 5,5      | Більше 100                 |
| Чорнозем звичайний слабоексероморфно-еродований, схил 1,5° південної експозиції                                                                           |      |                                        |                                        |          |                            |
| 16                                                                                                                                                        | 6111 | 95,4                                   | 140,9                                  | 4,5      | 90                         |
| Чорнозем звичайний слабоексероморфно-еродований, схил 2,5° західної експозиції                                                                            |      |                                        |                                        |          |                            |
| 17                                                                                                                                                        | 6081 | 85,4                                   | 145,4                                  | 5,0      | 85                         |

## Закінчення таблиці

| № проб                                                                                   | Поле | Лужногідролізований азот, мг/кг ґрунту | Продуктивна волога ґрунту, мм у 100 см | Гумус, % | Грубизна гумусованості, см |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------|----------------------------|
| Чорноземи звичайні слабксероморфно-еродовані, схил 1,5° східної експозиції               |      |                                        |                                        |          |                            |
| 18                                                                                       | 6132 | 91,0                                   | 151,3                                  | 5,0      | 85                         |
| 19                                                                                       | 6081 | 96,8                                   | 153,4                                  | 4,9      | 90                         |
| Чорнозем звичайний середньоксероморфно-еродований, схил 3–4° східної експозиції          |      |                                        |                                        |          |                            |
| 20                                                                                       | 6064 | 63,0                                   | 143,2                                  | 3,3      | 70                         |
| Чорнозем звичайний середньоксероморфно-еродований, схил 3–4° південно-східної експозиції |      |                                        |                                        |          |                            |
| 21                                                                                       | 6131 | 70,0                                   | 109,4                                  | 3,8      | 60                         |
| <b>Зайнятий пар (гірчиця)</b>                                                            |      |                                        |                                        |          |                            |
| Чорноземи звичайні                                                                       |      |                                        |                                        |          |                            |
| 22                                                                                       | 6082 | 85,4                                   | 112,3                                  | 5,4      | 95                         |
| Чорнозем звичайний середньоксероморфно-еродований, схил 3–4° південно-східної експозиції |      |                                        |                                        |          |                            |
| 23                                                                                       | 6082 | 74,2                                   | 80,6                                   | 4,0      | 55                         |

Крім того, леси Гусарівського відділення підстеляються третинними пісками. На схилах вони інколи розміщуються на денній поверхні і утворюють з лесами перевійні легкосуглинкові лесові породи. Сформовані на них ґрунти є найбіднішими за всіма показниками родючості (поле 1052).

Відмінність показників родючості на рівні полів проявляється насамперед серед ґрунтів, що залягають на схилах різної експозиції і крутизни та на рівних ділянках різних відділень. Так, на схилі 3–4° південно-західної експозиції поля 1043 (проба 7) чорнозем звичайний середньоксероморфно-еродований має найнижчі показники, а на схилі 3–4° північної експозиції поля 1043 (проба 5) у чорноземі звичайного слабоеродованого показники вимірюються на рівні повнопрофільних ґрунтів. Отже, за евапотранспірацією (сумарне випаровування вологи), умовами засвоєння осінньо-зимових опадів, а відтак і за запасами продуктивної вологи, вони істотно різняться, що підтверджується даними таблиці. Посіви соняшнику і пшениці озимої на «холодних» схилах є розвиненішими, подібними до тих, що зростають на рівних ділянках. Коріння сільськогосподарських культур, як своєрідна арматура ґрунту, чинить протидію ерозійним процесам і є матеріалом для

гумусоутворення. Так, на схилі північно-західної експозиції крутизною 2° прояву ерозії не існує (поле 1043, проба 4). Тому ці ґрунти менш еродовані, у них вищий уміст гумусу (4,1%), більше лужногідролізованого азоту (82,0–94,2 мг/кг ґрунту) і запасів продуктивної вологи (102,3–116,5 мм), глибше проникає коріння, а відтак — потужніша гумусованість профілю (80–90 см) порівняно з ґрунтами «тепліх» експозицій (50–60 см). До речі, на початку квітня ми визначили запаси продуктивної вологи на полях пшениці озимої Гаврилівського відділення як дуже добрі (170–200 мм), а наприкінці червня на чорному парі — добрі (140,9–153,4 мм), за винятком полів 6111 і 6122. На полях Гусарівського відділення відповідно — задовільні і низькі (70,3–126,4 мм). Отже, чорний пар не накопичує вологу, а лише частково її зберігає. Для зайнятого пару властиво зменшення продуктивної вологи на 25–35% порівняно з чорним паром, однак багаторічний досвід свідчить, що навесні показники обох вирівнюються.

На схилах «тепліх» експозицій, особливо більш низинного і посушливого Гусарівського відділення, до ерозійних процесів додається ще й ксероморфність. Це чітко прослідковується на прикладі поля

1043 (130–140 м н.р.м.) з різними експозиціями і крутизною схилів. Саме ґрунти «теплого» схилу (проба 7) південно-західної експозиції крутизною 3–4° мають найменший уміст, лужногідролізованого азоту — 54,2 мг/кг ґрунту, гумусу — 2,9%, найнижчі запаси продуктивної вологи — 60,5 мм та коротший профіль ґрунту — 50 см. Загалом, ксероморфно-еродовані ґрунти у структурі земель АФ «Барвінок» займають значні площі, іноді цілі поля (поле 1052).

Різниця за вмістом продуктивної вологи між ґрунтами не ксероморфними, повнопрофільними і ксероморфно-еродованими досягала наприкінці червня від 30–40 до 100–113,8 мм, за вмістом лужногідролізованого азоту — 50–70,6 мг/кг ґрунту, гумусу — до 3,4%, за грубизною гумусованості — 30–60 см, що обумовлює різну їх родючість.

Отже, відсутність морфологічних ознак прояву ерозійної деградації на нинішньому етапі не дає підстав стверджувати про її припинення. Адже як елемент еволюції ґрунтового покриву цей процес є неминучим. Це чітко прослідковується на прикладі ерозійних втрат основних показників родючості ґрунту, що проявляються як на рівні полів, так і на рівні землекористування відділень. Величину їх параметрів, окрім антропогенного тиску, зумовлено ступенем еродованості і ксероморфності ґрунтового покриву, останні, своєю чергою, залежать від рельєфу і ландшафтного залягання. Все це обумовлює потребу індивідуальних технологій землеробства і систем внесення добрив для кожного поля у конкретному землекористуванні господарства [7]. Результати досліджень впливу сільськогос-

подарського виробництва на зміни агрономічної якості ґрунту свідчать, що потрібно вчасно вносити корективи, наближаючи культуру землеробства до умов цілинних біоценозів. Загалом, необхідно перейти на адаптивно-ландшафтне землеробство з контурною організацією території, що передбачає поділ земель на еколого-технологічні групи, запровадження ґрунтозахисних сівозмін на схилах крутизною понад 5°, використання нетоварної (побічної) частини продукції на мульчування поверхні ґрунту (солому, стебла кукурудзи повної стиглості), проміжні посіви в сівозмінах, сидерацію, ґрунтозахисний мінімальний обробіток ґрунту, його чизелювання і щільювання на схилах.

## ВИСНОВКИ

На сьогодні в умовах адаптивно-ландшафтного землеробства у степовій північно-східній недостатньо зволоженій підзоні морфологічні ознаки процесу ерозії майже не проявляються. Однак про їх існування свідчать показники родючості ґрунту — вмісту гумусу і лужногідролізованого азоту, запасів продуктивної вологи. Загалом, їх уміст, як і грубизна гумусованого профілю ґрунту, великою мірою залежить і від ландшафтного розташування землекористування відділень відносно макрорельєфу території регіону, і від характеру ландшафтів окремих полів.

Отримана інформація є основою для розробки адаптивно-ландшафтних систем землеробства і внесення добрив як для землекористування господарств з пересіченим рельєфом, так і для кожного поля.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні / В. П. Ситник, М. Д. Безуглий, А. С. Заринський та ін. — Х.: ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соковського», 2008. — 59 с.
2. Зубець М.В. Ерозія ґрунтів — угроза их плодородию / М.В. Зубець // Ґрунтознавство. — 2008. — Т. 9, № 1–2. — С. 5–8.
3. Булигін С.Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів / С.Ю. Булигін. — Х.: Вид-во ХДАУ, 2001. — 300 с.
4. Лисецкий Ф.Н. Современные проблемы эрозии / Ф.Н. Лисецкий, А.А. Светличный, С.Г. Черный; под ред. А.А. Светличного. — Белгород: Константа, 2012. — 456 с.
5. Научно обоснованная система земледелия Харьковской области / С.А. Красников, Б.П. Гурьев, В.С. Цибулько и др. — Х.: Облполиграфиздат, 1988. — 347 с.
6. Топольний С.Ф. Ґрунти Буг-Дніпровського межиріччя в межах переходу Лісостепу у Степ: авто-

реф. дис. ... канд. геогр. наук; спец. 03.00.18 — ґрунтознавство / С.Ф. Топольний. — Х., 2009. — 22 с.  
7. Вплив елементів ландшафту на запаси продуктив-

ної вологи у Північно-Східному Степу / С.В. Канівець, Е.В. Панасенко, О.В. Коростін та ін. // Агро-екологічний журнал. — 2014. — № 2. — С. 58–64.

## REFERENCES

1. Sytnyk, V. P., Bezuhlyi, M. D., & Zaryshnyak, A. S. et al. (2008). *Kontseptsiya ohorony gruntiv vid erozii v Ukraini* [Conception of soil protection from erosion in Ukraine]. Kharkiv: NSC Institute for Soil Science and Agriculture Researches n.a. O.N. Sokolovsky [in Ukrainian].
2. Zubets, M. V. (2008). Eroziya gruntov — ugroza ikh plodorodiiu [Soil erosion is a threat to its fertility]. *Gruntoznavstvo — Soil Science*, 9, 1–2, 5–8 [in Russian].
3. Bulyhin, S. Yu. (2001). *Formuvannia ekologichno stalykh agrolandshtiftiv* [Forming of ecologically stable agrolandscapes]. Kharkiv: KhSAU [in Ukrainian].
4. Lisetskiy, F.N., Svetlichnyi, A.A., & Chernyi, S.H. (2012). *Sovremennyye problemy eroziovedeniia* [Modern problems of erosion knowledge]. A.A. Svetlichnyi (Ed.). Belhorod: Konstanta [in Russian].
5. Krasnikov, S.A., Huriev, B.P., & Tsibulko V.S. et al. (1988). *Nauchno obosnovanaia sistema zemledelia Kharkovskoi oblasti* [Science-based agriculture system of Kharkov region]. Kharkov: Oblpoligrafizdat [in Russian].
6. Topolnyi, S.F. (2009). *Grundy Buh-Dnistrovskoho mezhyrichia v mazhah perehodu Lisostepu u Step* [Soils of Buh-Dnister interfluvium within the boundaries of transition of the Forest-steppe to the Steppe]. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Kharkiv [in Ukrainian].
7. Kanivets, S.V., Panasenko, Ye.V., & Korostin, O.V. et al. (2014). *Vplyv elementiv landshtaftu na zapasy produktivnoi volohy u Pivnichno-Skhidnomu Stepu* [Influence of landscape elements into productive moisture reserves in the Northeastern Steppe]. *Agroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 58–64 [in Ukrainian].

УДК 631.452 (477.87)

## ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНА ОЦІНКА ҐРУНТІВ ЗАКАРПАТТЯ

Ю.Ю. Бандурович<sup>1</sup>, А.В. Фандалюк<sup>1</sup>, С.А. Романова<sup>2</sup>, В.С. Полічко<sup>1</sup>

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

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

Висвітлено матеріали основних показників родючості ґрунтів Закарпатської обл. за результатами агрохімічного обстеження земель сільськогосподарського призначення у Х турі (2011–2015 рр.). Встановлено, що в області налічується 68% кислих ґрунтів від загальної обстеженої площі; середньозважений показник гумусу за Х тур становить 2,56 %, що відповідає середній забезпеченості. Визначено, що ґрунти на дуже низькому рівні забезпечені доступними для рослин сполуками азоту і на середньому — рухомими формами фосфору і калію. У Закарпатській обл. переважають землі низької якості — 35% площ. У середньому ґрунти під сільськогосподарськими угіддями оцінено у 40 балів, що відповідає рівню між низькою і середньою родючістю, ресурс урожайності становить 16,4 ц/га.

**Ключові слова:** кислотність, гумус, азот, фосфор, калій, якісна оцінка, бал бонітету.

Основною умовою збереження біосфери, задовільного рослинного покриву і продуктивності сільського господарства є постійна турбота про охорону родючості ґрунту, його структуру і властивості, вжиття системи заходів з підвищення родючос-

ті. Ключовим принципом законодавства більшості розвинених країн є неприпустимість дії на ґрунт, яка спричиняє погіршення його якості, деградацію, забруднення і руйнування [1].

Сучасні дослідники прагнуть максимально відобразити в узагальненому і систематизованому вигляді існуюче на сьогодні різноманіття ґрунтів, їх подібність

всередині виокремлених класів (груп) і відмінність між ґрунтами, що належать до різних класів; показати зв'язки різноманіття ґрунтів з різноманіттям їх генезису. Нині класифікація ґрунтів слугує науковою основою обліку світових ґрунтових ресурсів, їх охорони і раціонального використання у різних галузях людської діяльності [2]. Для ефективного використання сільськогосподарських угідь необхідно володіти інформацією про їх еколого-агрохімічний стан, тому, відповідно до Закону України «Про охорону земель», для своєчасного виявлення змін на землях сільськогосподарського призначення, їхньої оцінки, збереження та відтворення родючості ґрунтів здійснюється їх еколого-агрохімічне обстеження. На основі проведених упродовж Х туру досліджень (2011–2015 рр.) встановлено якісну оцінку обстеженого ґрунтового покриву та для визначення існуючих тенденцій проведено порівняння якісного стану ґрунтів з результатами попереднього туру.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В області переважають різновиди дерново-підзолистих ґрунтів на низині та бурі гірсько-лісові, лучно-лісові на гірській території, які сформувались в умовах помірного клімату із задовільним зволоженням [3]. Комплексне оцінювання якісного стану ґрунтів Закарпатської обл. здійснювали у рамках Х туру еколого-агрохімічного обстеження впродовж 2011–2015 рр. Було проаналізовано показники родючості ґрунтового покриву гірської, передгірської та рівнинної територій. Дослідження проводили за відповідною методикою [4].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Упродовж Х туру у Закарпатській обл. було обстежено 238,61 тис. га сільськогосподарських угідь, що майже на 11% менше за показники попереднього туру. Серед обстежених площ області 161,25 тис. га (68%) становлять кислі ґрунти. До того ж значна частина площ (63,5 тис. га, або 27 %) — землі з дуже сильно- та сильнокислою реакцією ґрунтового розчину. Решта площ ма-

ють середньокислу (47,99 тис. га, або 20%) та слабокислу (49,79 тис. га, або 21%) реакцію ґрунтового розчину. У розрізі районів кислі ґрунти переважають у Міжгірському, Перечинському, Свалявському, Тячівському та Хустському районах, які належать до гірської і передгірської зон. Із низинних районів найбільш кислі ґрунти зафіксовано у Мукачівському р-ні, які впродовж 10-ти років зберігають середньокислу реакцію ґрунтового розчину. Загалом, у області більш ніж на 1,5 тис. га зросла категорія земель з близькою до нейтральної і нейтральною реакцією ґрунтового розчину, частка яких становить 77,35 тис. га, або 32% сільськогосподарських угідь. Середньозважений показник  $pH_{KCl}$  у Х турі відповідав слабокислій реакції ґрунтового розчину і становив 5,16 од. рН (табл. 1).

Така градація ґрунтів області щодо ступеня кислотності унеможливує їх високопродуктивне інтенсивне використання, за якого забезпечується оптимальний розвиток рослин. Для переважної більшості сільськогосподарських культур оптимальним є рівень 5,5–6,5 од. рН. Досягти такого показника можна лише за умови застосування меліоративного вапнування, метою якого є зменшення кислотності ґрунту у рамках інтервалу для набору культур у сівозміні, але не нижче оптимального її рівня. Отже, у Закарпатській обл. більша половина обстежених площ сільськогосподарських угідь має підвищену кислотність, що є одним із основних чинників їх низької родючості.

Уміст гумусу у ґрунті є одним із основних чинників, які визначають рівень родючості і врожайності сільськогосподарських культур. Зростання вмісту гумусу — процес довготривалий, а зниження його, навпаки, відбувається надзвичайно інтенсивно. Проблема гумусу для ґрунтів Закарпатського регіону є надзвичайно важливою, оскільки значна кількість опадів (700–1000 мм на рік) спричиняє його вимивання, особливо на землях зі схилами. Загострення проблеми супроводжується і неповерненням органічних речовин у ґрунт, що зумовлено постійним і тенденційним зменшенням

Таблиця 1

**Динаміка змін показників родючості ґрунту між IX та X турами обстеження (2006–2015 рр.)**

| Район                   | Тур обстеження | Рік обстеження | Площа обстеження, тис. га | рН <sub>KCl</sub> | Гумус, %    | Вміст, мг/кг |                               |                  |
|-------------------------|----------------|----------------|---------------------------|-------------------|-------------|--------------|-------------------------------|------------------|
|                         |                |                |                           |                   |             | N            | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Берегівський            | IX*            | 2006           | 39,65                     | 5,28              | 2,56        | 86,9         | 77,9                          | 110,1            |
|                         | X**            | 2011           | 38,78                     | 5,61              | 2,32        | 83,5         | 108,8                         | 150,0            |
| Великобerezнянський     | IX             | 2007           | 7,67                      | 4,86              | 3,38        | 100,7        | 41,6                          | 92,3             |
|                         | X              | 2012           | 4,32                      | 5,03              | 3,01        | 101,3        | 59,9                          | 89,0             |
| Виноградівський         | IX             | 2009           | 34,66                     | 5,19              | 1,83        | 73,4         | 76,8                          | 116,5            |
|                         | X              | 2014           | 35,38                     | 5,05              | 2,30        | 54,0         | 75,1                          | 120,7            |
| Воловецький             | IX             | 2010           | 9,00                      | 4,82              | 3,19        | 109,0        | 38,8                          | 69,6             |
|                         | X              | 2015           | 4,03                      | 5,31              | 4,01        | 129,5        | 53,3                          | 100,9            |
| Іршавський              | IX             | 2007           | 18,38                     | 5,35              | 2,14        | 80,6         | 65,5                          | 89,8             |
|                         | X              | 2012           | 14,58                     | 5,36              | 2,21        | 67,7         | 78,0                          | 100,2            |
| Міжгірський             | IX             | 2006           | 14,26                     | 4,19              | 4,10        | 119,2        | 15,1                          | 79,8             |
|                         | X              | 2011           | 13,40                     | 4,71              | 3,48        | 105,0        | 40,6                          | 68,5             |
| Мукачівський            | IX             | 2008           | 41,91                     | 4,97              | 2,22        | 74,7         | 71,5                          | 99,5             |
|                         | X              | 2013           | 41,17                     | 4,99              | 2,43        | 81,3         | 83,0                          | 122,5            |
| Перечинський            | IX             | 2010           | 8,43                      | 5,02              | 2,86        | 85,20        | 63,5                          | 92,7             |
|                         | X              | 2015           | 3,37                      | 4,98              | 2,65        | 110,1        | 68,2                          | 121,7            |
| Рахівський              | IX             | 2010           | 9,88                      | 4,72              | 3,36        | 117,7        | 34,0                          | 77,7             |
|                         | X              | 2015           | 7,51                      | 5,91              | 2,86        | 85,5         | 108,4                         | 99,6             |
| Свалявський             | IX             | 2008           | 9,39                      | 4,63              | 2,90        | 91,9         | 65,1                          | 77,4             |
|                         | X              | 2013           | 9,03                      | 4,77              | 3,12        | 94,1         | 66,5                          | 86,5             |
| Тячівський              | IX             | 2010           | 22,69                     | 4,67              | 2,16        | 87,6         | 53,5                          | 77,8             |
|                         | X              | 2015           | 18,32                     | 4,69              | 2,77        | 82,3         | 67,4                          | 103,9            |
| Ужгородський            | IX             | 2007           | 34,77                     | 5,40              | 2,35        | 80,9         | 76,8                          | 116,8            |
|                         | X              | 2012           | 32,86                     | 5,40              | 2,48        | 82,1         | 93,4                          | 131,4            |
| Хустський               | IX             | 2009           | 17,02                     | 5,02              | 2,20        | 90,9         | 83,9                          | 87,0             |
|                         | X              | 2014           | 15,86                     | 4,91              | 2,58        | 72,6         | 66,5                          | 84,7             |
| <b>Всього в області</b> | <b>IX</b>      | <b>2006–10</b> | <b>267,71</b>             | <b>5,03</b>       | <b>2,48</b> | <b>86,5</b>  | <b>65,9</b>                   | <b>98,2</b>      |
|                         | <b>X</b>       | <b>2011–15</b> | <b>238,61</b>             | <b>5,16</b>       | <b>2,56</b> | <b>79,9</b>  | <b>81,5</b>                   | <b>116,5</b>     |

Примітка: \* IX – 2006–2010 рр.; \*\* X – 2011–2015 рр.



поголов'я худоби, особливо ВРХ. Окрім того, скорочуються площі під багаторічними травами, зокрема під конюшиною і люцерною; порушуються хрестоматійні правила впровадження сівозмін.

Провівши аналіз результатів досліджень за X тур можна стверджувати, що ґрунти області, в основному, характеризуються як середньозабезпечені гумусом, показник якого за районами вимірюється у межах 2,21–4,01%. Результати дослідження динаміки розподілу площ сільськогосподарських угідь за вмістом гумусу впродовж 2011–2015 рр. свідчать, що у регіоні переважають ґрунти з низьким (32,2%) та середнім (40,9%) його забезпеченням, а ґрунти з високим та дуже високим вмістом гумусу становлять незначну частку у структурі їх площ (8,9%). Загалом, у області середньозважений показник гумусу за два тури обстежень відповідає середній забезпеченості (табл. 1). Якщо розглядати вміст гумусу у розрізі районів області, то у більшості з них, а саме — у Берегівському, Іршавському, Мукачівському, Перечинському, Тячівському, Ужгородському та Хустському зберігся його середній вміст упродовж десяти років досліджень. У IX турі тільки у Виноградівському р-ні сільськогосподарські угіддя характеризувалися низьким рівнем забезпеченості гумусом (1,83%), однак у наступні п'ять років на 28% збільшилася частка площ із середнім та високим вмістом гумусу, і ґрунти, згідно з їх градацією, були переведені до групи із середнім рівнем забезпеченості (2,30%). Підвищенню якості ґрунтів у районі могло сприяти приорювання сидератів, подрібненої соломи та інших пожнивних решток, що останніми роками практикують більшість господарств.

Аналіз стану ґрунтів області у гірських і передгірських районах свідчить про підвищений вміст гумусу, на що впливає низка чинників — насамперед, слід зауважити, що в гірській зоні обстежувались відповідні ґрунти — це високо- і середньогумусні кислі буроземи, які містять в орному шарі 4–7% гумусу [5]. Крім того, майже всі сільськогосподарські угіддя відведено у

користування особистих селянських господарств, у яких зосереджено все поголів'я худоби і, відповідно, органічні добрива. Наразі їх вносять селяни у обсязі 10 т/га і більше. Поряд із тим площі орних земель, що перебувають у обробітку, зменшились, що сприяє процесу їх самозалуження та накопиченню гумусу. Однак родючість цих ґрунтів майже не зросла, оскільки ґрунтам гірських зон, незважаючи на підвищений вміст гумусу, характерним є високий рівень кислотності, який без застосування вапнування дедалі посилюється. За таких умов мікробіологічна активність ґрунту знижується, агресивні фульвокислоти переважають над гуміновими кислотами, що в умовах перезволоження спричиняє вимивання кальцію, магнію і калію з верхніх горизонтів, а це своєю чергою посилює підкислення ґрунтового розчину — в кислому середовищі такий гумус «консервується» і стає недоступним для рослин [6].

Жоден елемент не впливає так на ріст зеленої маси і загальну врожайність культури, як азот. Запаси ґрунтового азоту накопичуються переважно у гумусі й ґрунтовому розчині. Основна частина азоту міститься у ґрунті у вигляді складних органічних речовин. Сполуки гідролізованого азоту є резервом для поповнення його мінеральних форм ( $\text{NH}_4$  і  $\text{NO}_3$ ), доступних рослинам, і визначають забезпеченість ґрунту елементом упродовж усього періоду вегетації. Нестача азоту спричиняє кризовий рівень інгібування росту та життєдіяльності рослин, а надлишок — зменшення врожаю і погіршення його якості [7].

Результати аналізу стану ґрунтів області щодо вмісту азоту, обстежених у X турі агрохімічної паспортизації, свідчать, що їх забезпеченість гідролізованими сполуками погіршилась. Середньозважений вміст сполук доступного азоту на більшості обстежених площ є дуже низьким. У деяких районах зникли площі із середнім і підвищеним його рівнем. Значне погіршення забезпеченості азотом спостерігається у Виноградівському, Іршавському та Міжгірському районах, зокрема у Рахівському — середньозважений вміст азоту зменшився

на 32,2 мг/кг ґрунту. Лише у Великоберезнянському, Мукачівському, Свалявському та Ужгородському районах спостерігається незначне підвищення цього показника. Загалом, у області цей показник залишився у межах дуже низького забезпечення (79,9 мг/кг), що свідчить про дедалі зростаючу нестачу цього елемента у ґрунтах області.

Фосфор визначає продуктивність сільськогосподарських культур та безпосередньо впливає на їх урожайність і показники якості самого врожаю. За X тур агрохімічного обстеження у ґрунтах Закарпатської обл. помітно збільшився вміст рухомого фосфору, чому могло посприяти зменшення кислотності ґрунтового розчину на значних площах. Однак майже половина площ (43,5%) досі характеризується низьким забезпеченням рухомих фосфором, хоча і спостерігається деяке покращення фосфорного режиму, порівняно з попереднім IX туром, де частка таких земель становила 55%. Середньозважений вміст рухомого фосфору загалом у області, склав 81,5 мг/кг ґрунту, що відповідає середній його забезпеченості (табл. 1).

Калійний режим ґрунтів є сприятливішим, ніж фосфорний, оскільки вміст калію у ґрунтах значно вищий. Однак потреба рослин не зовсім може бути задоволена завдяки природному його вмісту у ґрунті через слабку рухомість сполук цього елемента

[8]. Згідно із проведеними дослідженнями, калійний режим ґрунтів, загалом у області, впродовж X туру покращився. Так, у Рахівському, Свалявському та Тячівському районах спостерігається підвищення його вмісту з низького до середнього рівня забезпечення. Помітно зросли середньозважені показники — з середнього до підвищеного забезпечення у Берегівському, Міжгірському та Ужгородському районах. Середньозважений показник вмісту калію, загалом у області, становить 116,5 мг/кг порівняно з 98,2 мг/кг у попередньому IX турі.

На основі проведених досліджень визначено агрохімічну та еколого-агрохімічну оцінку ґрунтів області за останні п'ять років спостережень. Адже найважливішою умовою економічно обґрунтованої ціни на землю є точне визначення її якості, тобто родючості ґрунту. Якісна оцінка земель (бонітування) дає можливість кількісно визначити якість ґрунтів за їх родючістю, що своєю чергою є підставою для розміщення посівів сільськогосподарських культур на певній території та планування їх урожайності. На основі проведених аналізів і відповідних розрахунків встановлено якісну оцінку ґрунтів області у розрізі районів за X тур обстеження.

Згідно з розподілом обстежених ґрунтів Закарпатської обл. за класами бонітету, на ґрунти високої якості припадає тільки 6,2 тис. га, або 2,7%, з яких до III класу (71–80 балів) відноситься лише 0,31, або 0,14 і до IV класу (61–70 балів) — 5,89 тис. га, або 2,5 % (рис. 1). Ґрунти середньої якості займають 101 тис. га, або 42,3% території, з яких до V класу (51–60 балів) зараховано 33,6, або 14,1 та до VI класу (41–50 балів) — 67,4 тис. га, або 28,2%. Однак на більшій половині площ залягають ґрунти низької якості — 129,7 тис. га, або 54,3%, з них до VII класу бонітету (31–40 балів) зараховано 83,2, або 34,8% та до VIII класу (21–30 балів) — 46,5 тис. га, або 19,5%.

Ґрунти дуже низької якості займають 1,7 тис. га (0,71%) території

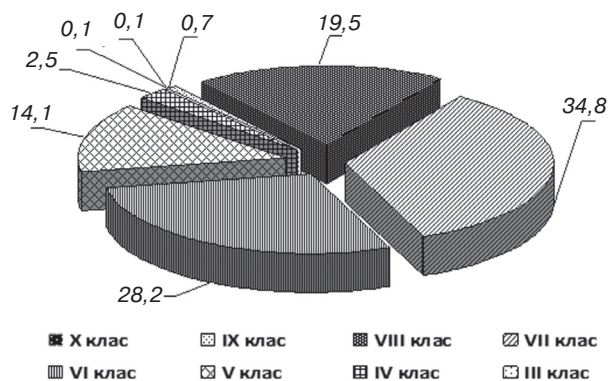
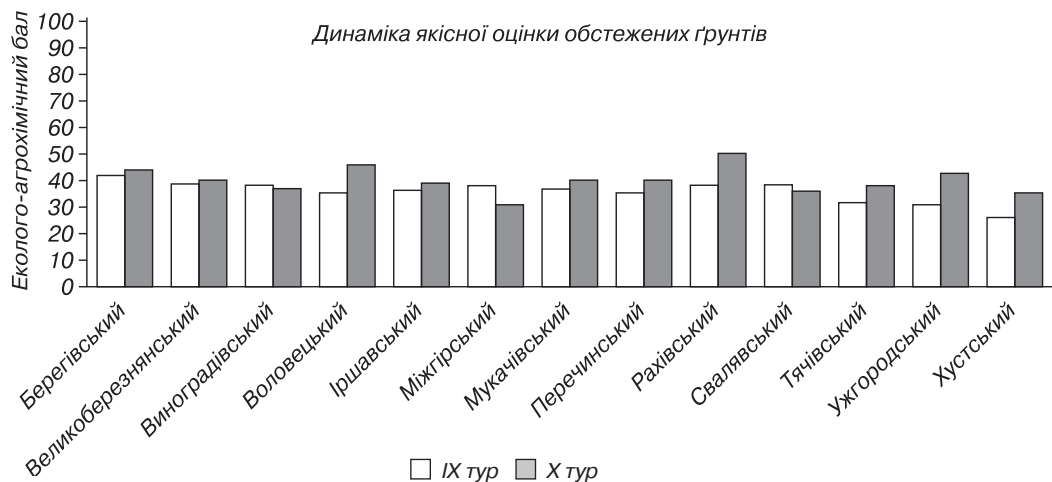


Рис. 1. Розподіл обстежених ґрунтів Закарпатської обл. за класами бонітету земель, %



**Рис. 2.** Порівняльна динаміка якісної оцінки ґрунтів Закарпатської обл. за IX–X тури агро-хімічних обстежень, в розрізі районів

і відносяться до IX класу бонітету (11–20 балів); лише незначна частка площ — 0,004 тис. га, або 0,02% припадає на землі, не придатні для сільськогосподарського виробництва, тобто до групи X класу бонітету, які набирають до 10 балів (незручні землі).

Зауважимо, результати порівняння якісної оцінки ґрунтів за два тури обстежень свідчать, що у Берегівському, Виноградівському, Великобerezнянському та Свалявському районах якість ґрунтів майже не змінилися за 10 років досліджень (рис. 2).

На 3–5 балів зросла якісна оцінка ґрунтів Іршавського, Мукачівського і Перечинського районів. Помітно поліпшилася якість ґрунтів у гірських — Воловецькому та Рахівському районах, а також у передгірському — Хустському р-ні. Із низинних районів, загалом, на 12 балів покращилась якісна оцінка ґрунтів Ужгородського р-ну. Зниження показників якісної оцінки сільськогосподарських земель зафіксовано лише у Міжгірському і незначне — у Виноградівському та Свалявському районах.

## ВИСНОВКИ

Значну частину площ сільськогосподарських угідь Закарпатської обл. (27%) становлять землі з дуже сильно- та сильно-кислою реакцією ґрунтового розчину. Загалом, переважають ґрунти з низьким (32,2%) та середнім (40,9%) рівнем забезпечення гумусом, середньозважений показник якого становить 2,56%, що відповідає середній забезпеченості. Показник забезпеченості азотом залишився у межах дуже низького рівня (79,9 мг/кг), однак за X тур агрохімічного обстеження помітно збільшився вміст рухомого фосфору. Також встановлено, що майже 20% земель сільськогосподарських угідь регіону має дуже низьку якість, найбільшу площу (34,8%) займають ґрунти низької якості (31–40 балів — VII клас), дещо менше виявлено ґрунтів середньої (28,2% — VI клас) і вдвоє менше — підвищеної якості (14,1% — V клас). На ґрунти високої якості припадає тільки 6,2 тис. га, або 2,7% від обстеженої площі. В середньому сільськогосподарські угіддя області мають оцінку 40 балів, що є на межі між низькою і середньою родючістю ґрунтів, ресурс на врожайність становить 16,4 ц/га.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Європейська економічна комісія. Огляд результативності природоохоронної діяльності. — Нью-Йорк; Женева, 2000. — 232 с.
2. Грищенко Н.Ф. Історія наукової думки про класифікацію ґрунтів / До 130-річчя виходу книги професора В.В. Докучаєва «Російський чорнозем» / Н.Ф. Грищенко. — К., 2013. — 180 с.
3. Природні багатства Закарпаття / упорядник В.Л. Боднар. — Ужгород: Карпати, 1989. — 287 с.
4. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / [За ред. І.П. Яцука, С.А. Балука]. — К., 2013. — 103 с.
5. Атлас почв Української ССР / Под ред. Н.К. Крупської і Н.И. Полупана. — К.: Урожай, 1979. — 159 с.
6. Гумусовий стан ґрунтів Закарпаття протягом 15-річного періоду / Ю.Ю. Бандурович, А.В. Фандалюк, Ю.М. Яночко, І.С. Степашук // Проблеми агропромислового комплексу Карпат. — 2014. — № 23. — С. 23–26.
7. Fülek György. Tápanyag gazdálkodás / György Fülek // Mezőgazdasági kiado. — Budapest, 2003. — Od. 279.
8. Агрохімія / Под ред. П.М. Смирнова і А.В. Петербургського. — М.: Колос, 1975. — 512 с.

## REFERENCES

1. Yevropeiska ekonomichna komisiia. Ohliad rezul'tatyvnosti pryrodookhoronnoi diialnosti [European economic committee. The review of the results of nature conservation activity]. (2000). New York; Geneva [in Ukrainian]
2. Hryshchenko, N.F. (2013). *Istoria naukovoi dumky pro klasyfikatsiiu gruntiv [The history of the scientific opinion about soil classification]*. Kyiv [in Ukrainian].
3. Bodnar, V.L. (1989). *Pryrodni bahatstva Zakarpattia [Natural resources of Transcarpathia]*. Uzhhorod: Karpaty [in Ukrainian].
4. Yatsuk, I.P., Baliuk, S.A. (Ed.). (2013). *Metodyka provedennia ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskohospodarskoho pryznachenia [The methods of agrochemical certification of agricultural lands]*. Kyiv [in Ukrainian].
5. Krupskaiia, N.K., Polupan, N.I. (Ed.). (1979). *Atlas pochv Ukrainy SSR [The atlas of soils in Ukrainian SSR]*. Kiev: Urozhay [in Russian].
6. Bandurovych, Yu.Yu., Fandaliuk, A.V., Yanochko, Yu.M., Stepashuk, I.S. (2014). Humusovyy stan hruntiv Zakarpattia protiahom 15-richnoho periodu [Humus condition of the soils in Transcarpathia within 15-year period]. *Problemy ahropromyslovoho kompleksu Karpat — The problems of agroindustrial complex in the Carpathians*, 23, 23–26 [in Ukrainian].
7. Fuleki, D. (2003). Taponyog gozdogodash [Agricultural chemistry]. *Mezougazdoshagi kiado*. Budapest [in Hungarian].
8. Smirnov, P.M., Peterburgskiy, A.V. (Eds.). (1975). *Agrokhimiia [Agricultural chemistry]*. Moskva: Kolos [in Russian].

## ЦЕЛЮЛОЗОЛІТИЧНА АКТИВНІСТЬ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ РІЗНИХ БІОТОПІВ

Д.В. Лико, С.М. Лико, О.І. Портухай, О.В. Безверха

*Рівненський державний гуманітарний університет*

*Охарактеризовано агрохімічні властивості дерново-підзолистого ґрунту сільськогосподарських угідь різних напрямів використання на території Володимирецького р-ну Рівненської обл., що за агроґрунтовим районуванням належить до Західної ґрунтової провінції Українського Полісся. Наведено целюлозолітичну активність досліджуваного ґрунту під природним пасовищем, на перелозі та орній землі, що визначалася за інтенсивністю розкладання лляного полотна. Для природного пасовища та перелозу згідно зі шкалою, запропонованою Д.Г. Звягінцевим, целюлозолітична активність дерново-підзолистих ґрунтів є середньою, для орної землі — слабкою. Досліджено залежність рівня активності целюлозоруйнівних організмів від агрохімічних властивостей ґрунтів. Зменшення частки розкладу лляного полотна спостерігалось у ряді: природне пасовище — переліг — орна земля. Відповідно, у цьому ряді виявлено зменшення вмісту лужнеогідролізованого азоту, зниження вмісту гумусу та кальцію. Проаналізовано вплив кліматичних чинників на діяльність мікроорганізмів. Розкладання лляного полотна за досліджуваний період відбувалось найактивніше за вищої температури повітря та більшої кількості опадів.*

**Ключові слова:** мікроорганізми, целюлозолітична активність, агрохімічні властивості ґрунтів, природне пасовище, переліг, орна земля.

Мікроорганізми відіграють важливу роль в природному кругообігу речовин, ґрунтоутворенні і формуванні родючості ґрунтів [1]. Кожному типу ґрунтів властивим є свій специфічний профільний розподіл мікроорганізмів. Так, чисельність мікроорганізмів, їх видовий склад тісно обумовлено агрохімічними та агрофізичними властивостями ґрунту.

Особливості природного дерново-підзолистого ґрунту, що характеризується кислою реакцією ґрунтового розчину, відносною бідністю на поживні елементи і органічну речовину, наявністю інертного підзолистого горизонту, а також промивного режиму, визначають і невисокий рівень його біологічної активності. Проте окультурення ґрунту змінює властивості та умови існування мікроорганізмів унаслідок збагачення необхідними для мікрофлори мінеральними елементами та органічними сполуками [2].

На жаль, діяльність людини може мати не лише позитивні наслідки щодо

покращення агрохімічних, фізичних та біологічних показників ґрунтів. Надмірне антропогенне навантаження в умовах нераціонального ведення сільськогосподарського виробництва спричиняє їх деградацію, що характеризується зниженням родючості, накопиченням забруднювальних речовин, унаслідок чого значно порушуються природні умови існування ґрунтової мікрофлори.

На сьогодні дослідженню особливостей дерново-підзолистих ґрунтів Західного Полісся присвячено відомі наукові праці В.Г. Гаськевича, Ю.М. Ковальця, З.П. Паньківа, О.М. Підкови, С.П. Позняка, Д.В. Лико, М.О. Клименка, С.І. Веремеєнка та ін. У наукових статтях і монографіях авторами розглянуто питання генези, географії, фізичних, фізико-хімічних та хімічних властивостей, мікробіологічних процесів, особливостей структури ґрунтового покриву, зміни їхніх властивостей у процесі сільськогосподарського використання, поглиблення деградаційних процесів, проблеми охорони і раціонального використання досліджуваних ґрунтів [3]. Проте залишається

ся актуальним подальше дослідження біологічної активності дерново-підзолистих ґрунтів на сільськогосподарських угіддях різного використання. Знання зв'язків і закономірностей між мікробіотою і, відповідно, ступенем окультуреності, фізико-хімічними та іншими властивостями ґрунту дає змогу наблизитися до спрямованого функціонування мікроорганізмів для підвищення родючості ґрунтів. Одним із важливих показників, за якими визначають рівень активності мікроорганізмів ґрунту, є інтенсивність розкладання целюлози [4]. Цей показник визначає рівень ґрунтової родючості і продуктивності біоти [5].

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на території Володимирецького р-ну Рівненської обл., що за агроґрунтовим районуванням належить до Українського Полісся з дерново-підзолистими і болотними ґрунтами на давньоалювіальних, водно-льодовикових відкладах і морені, а саме — до Західної ґрунтової провінції з дерново-підзолистими, переважно оглеєними, дерновими (подекуди карбонатними), болотними, у т.ч. торфовими ґрунтами. Кліматичні умови є типовими для Західного Полісся з нестійким зволоженням і періодичним проявом посух упродовж вегетаційного періоду.

Дослідні ділянки закладали на дерново-підзолистому ґрунті під природним пасовищем, осушеним відкритою системою каналів, на перелозі та орній землі (картопля) поблизу с. Полиці.

Визначення агрохімічних показників здійснювали у лабораторії аналітичного забезпечення агрохімічних досліджень Рівненської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України». Лабораторні аналізи ґрунту проводили за загальноприйнятими методиками: вміст гумусу — за Тюріним (ДСТУ 4289-2004); лужногідролізованого азоту — за Корнфільдом; рухомого фосфору й обмінного калію — за Кірсановим (ДСТУ 4405-2005 та ДСТУ 4114-2002);  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  — іонометрично (ГОСТ 26483-85).

Дослідження загальної біологічної активності ґрунту проводили методом Мішус-

тіна, Вострова і Петрової (за інтенсивністю розкладання лляного полотна, %) [6]. Для оцінки целюлозолітичної активності ґрунту використовували шкалу, запропоновану Д.Г. Звягінцевим [7]: 10% — дуже слабка, 10–30 — слабка, 30–50 — середня, 50–80 — сильна, понад 80% — дуже сильна.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Як відомо, на мікробну активність ґрунту впливають різні екологічні чинники як антропогенного, так і природного походження. Особливо важливими для розвитку мікроорганізмів є агрохімічні властивості ґрунтів.

Результати дослідження свідчать, що дерново-підзолистий ґрунт під природним пасовищем характеризується високим вмістом гумусу, за ступенем кислотності є середньокислим, у ньому виявлено високий вміст лужногідролізованого азоту, низький — рухомих форм фосфору та обмінного калію, високий — обмінного кальцію та підвищений вміст рухомої сірки (табл.). За вмістом обмінного магнію досліджувані ґрунти під пасовищем належать до I групи, з дуже низьким ступенем забезпеченості.

Досліджуваний ґрунт на перелозі характеризується високим вмістом гумусу, за ступенем кислотності — близький до нейтральних, має високий вміст лужногідролізованого азоту, підвищений — рухомих форм фосфору, низький — обмінного калію, середній — обмінного кальцію та рухомої сірки. За вмістом обмінного магнію досліджувані ґрунти на перелозі також належать до I групи, з дуже низьким ступенем забезпеченості.

Дерново-підзолистий ґрунт орної землі характеризується підвищеним вмістом гумусу, за ступенем кислотності є середньокислим, має середній вміст лужногідролізованого азоту, підвищений — рухомих форм фосфору, високий — обмінного калію, середній — обмінного кальцію та рухомої сірки. За вмістом обмінного магнію ґрунт належить до II групи, з низьким ступенем забезпеченості.

Отже, дерново-підзолистий ґрунт на перелозі та орній землі характеризується



**Агрохімічна характеристика дерново-підзолистих ґрунтів на дослідних ділянках  
(станом на 2016 р.)**

| Показники у шарі ґрунту 0–30 см       | Природне пасовище | Переліг     | Орна земля   |
|---------------------------------------|-------------------|-------------|--------------|
| Гумус, %                              | 4,32±0,71         | 4,23±0,32   | 3,30±0,42    |
| pH <sub>KCl</sub>                     | 4,81±0,41         | 5,28±0,69   | 4,93±0,30    |
| Азот, мг/кг                           | 280,77±6,84       | 217,35±3,53 | 164,52±10,15 |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг | 41,43±3,73        | 113,84±6,01 | 135,35±7,43  |
| K <sub>2</sub> O, мг/кг               | 34,04±3,72        | 33,01±4,44  | 197,70±9,25  |
| S, мг/кг                              | 10,90±1,70        | 7,74±0,91   | 8,93±0,52    |
| Ca, мг-екв/100 г                      | 18,32±2,42        | 9,05±0,35   | 8,33±0,95    |
| Mg, мг-екв/100 г                      | 0,47±0,08         | 0,36±0,03   | 0,80±0,12    |

дещо нижчим умістом гумусу, лужногiдролізованого азоту, обмінного кальцію і сірки, натомість вищим умістом фосфору, калію та магнію порівняно з природним пасовищем. Відмінність між деякими агрохімічними показниками ґрунту може бути обумовлено його напрямом використання у сільському господарстві. Так, значно вищий уміст рухомих форм фосфору і обмінного калію орної землі можна пояснити внесенням мінеральних добрив.

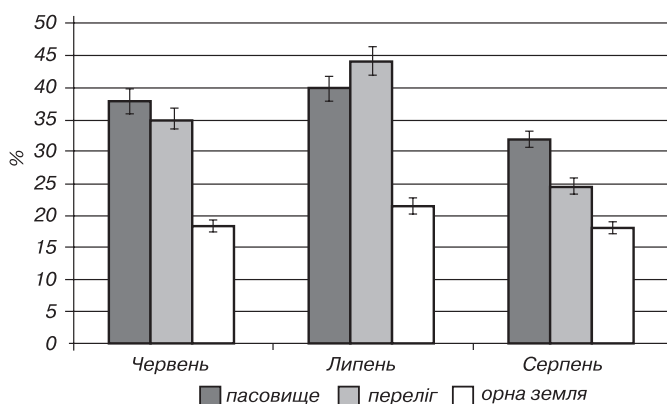
Рівень активності целюлозоруйнівних мікроорганізмів досліджуваного ґрунту на природному пасовищі, перелозі та орній землі аналізували за інтенсивністю розкладання лляного полотна.

Визначення целюлозолітичної активності аплікаційним методом проводили впродовж червня – серпня 2016 р. (рис. 1).

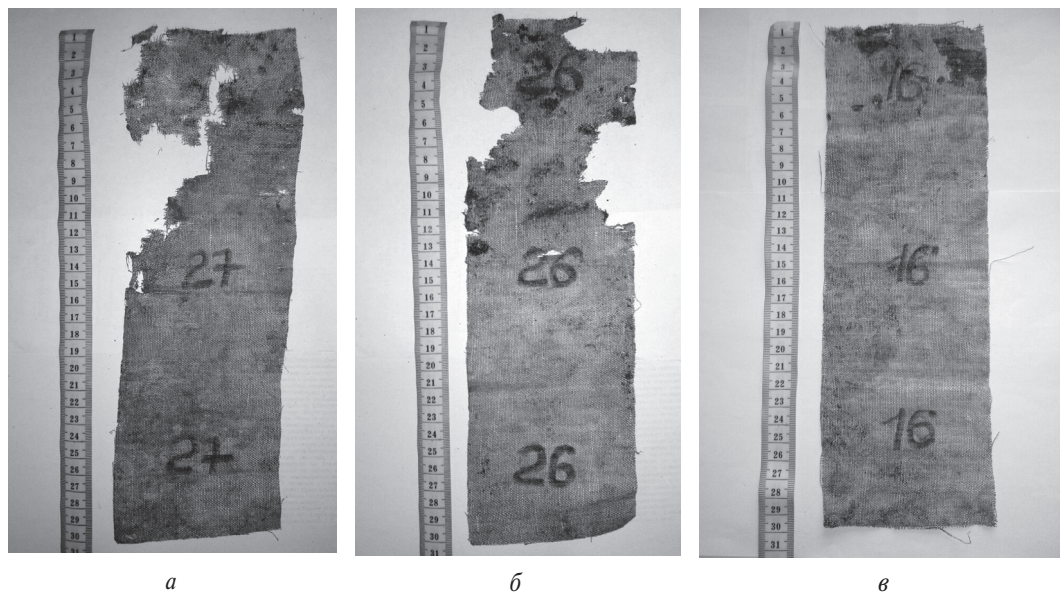
Результати порівняння целюлозолітичної активності мікроорганізмів на різних сільськогосподарських угіддях упродовж трьох літніх місяців свідчать, що найвища частка розкладання лляного полотна є характерною для пасовища (36,42%), нижча – для перелозу (34,46) і найнижча – для орної землі (19,21%). Згідно зі шкалою, запропонованою

Д.Г. Звягінцевим, на природному пасовищі та перелозі спостерігається середня целюлозолітична активність (у межах 30–50%), на орній землі – слабка (10–30%), (рис. 2).

Відмінність розкладання лляного полотна на досліджуваних сільськогосподарських угіддях може бути обумовлено різним рівнем умісту гумусу та лужногiдролізованого азоту, оскільки сполуки азоту відіграють важливе значення у процесах життєдіяльності целюлозоруйнівних мікроорганізмів. Так, зменшення вмісту лужногiдролізованого азоту можна продемонструвати у такому порядку: природне пасовище (281,0 мг/кг) – переліг (217,3) –



**Рис. 1.** Целюлозолітична активність сільськогосподарських угідь різноцільового використання на дерново-підзолистому ґрунті, %



**Рис. 2.** Інтенсивність розкладання лляного полотна: а) природне пасовище; б) переліг; в) орна земля (картопля)

орна земля (165,0 мг/кг). У цьому ряду також спостерігається зниження вмісту гумусу та кальцію. На орній землі, де вирощували картоплю, було використано пестициди для боротьби зі шкідниками, що своєю чергою негативно впливає на загальну чисельність ґрунтової мікробіоти, зокрема на целюлозоруйнівні мікроорганізми.

Найактивнішою діяльністю мікроорганізмів на всіх досліджуваних ділянках була у липні, коли, згідно із даними Сарненської метеостанції, спостерігалася найвища температура повітря ( $+21,1^{\circ}\text{C}$ ) та більша кількість опадів (43 мм) порівняно з червнем та серпнем. Найнижчою целюлозолітична активність була у серпні, коли температура повітря становила  $+19,7^{\circ}\text{C}$ , а кількість опадів — 27 мм.

### ВИСНОВКИ

Для природного пасовища та перелугу згідно зі шкалою, запропонованою Д.Г. Звягінцевим, целюлозолітична активність дерново-підзолистих ґрунтів різного сільськогосподарського використання є серед-

ньою (30–50%), для орної землі — слабкою (10–30%).

Вища частка розкладу лляного полотна спостерігалася саме під природним пасовищем (36,42%), нижча — на перелозі (34,46), а найнижча — на орній землі (19,21%). Це може бути обумовлено агрохімічними властивостями ґрунтів, оскільки у ряду «природне пасовище — переліг — орна земля» спостерігається зниження вмісту лужно-гідролізованого азоту, гумусу та обмінного кальцію відповідно.

Упродовж трьох літніх місяців найактивнішою діяльністю мікроорганізмів була у липні на всіх досліджуваних ділянках, а найнижчою — у серпні, що обумовлено різницею кліматичних умов: температурою повітря й ґрунту та кількістю опадів.

Високі показники швидкості розкладу лляної тканини спостерігалися під природним пасовищем з не порушеною структурою ґрунту, що характеризується задовільними агрохімічними властивостями, сформованими водним та повітряним режимами внаслідок природних процесів ґрунтоутворення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія: навч. посібн. / Г.О. Іутинська. — К.: Арістей, 2006. — 284 с.
2. Повх О.В. Стан мікробіоценозу дерново-підзолистого супіщаного ґрунту під впливом органічних добрив та мікробіологічних препаратів / О.В. Повх, І.М. Мерленко // Вісник Сумського національного аграрного університету. — 2013. — Вип. 3. — С. 61–64. — (Серія: Агрономія і біологія).
3. Ковалець Ю.М. Трансформація гумусового стану дерново-підзолистих ґрунтів Західного Полісся України під впливом тривалого сільськогосподарського використання / Ю.М. Ковалець // Зб. наук. праць Подільського аграр.-тех. ун-ту. — 2007. — № 15, Т. 1. — С. 251–253.
4. Гепенко О.В. Целюлозолітична активність ґрунту в різних короткоротаційних сівозмінках / О.В. Гепенко // Вісник Харківського національного аграрного університету. — 2013. — № 1. — С. 176–180. — (Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство).
5. Шерстобоева О.В. Біологічний моніторинг ґрунтів як складова екологічного моніторингу агро-екосистем / О.В. Шерстобоева, Т.З. Шустерук, О.С. Дем'янюк // Агроекологічний журнал. — 2007. — № 3. — С. 45–49.
6. Емцев В.Т. Мікробіологія: учебник для вузов / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Дрофа, 2005. — 445 с.
7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. — 303 с.

## REFERENCES

1. Iutynska, G.O. (2006). *Gruntova mikrobiologhiia: Navch. posibnyk [Soil Microbiology: Handbook]*. Kyiv: Aristey Publ [in Ukrainian].
2. Povkh, O.V., Merlenko, I.M. (2013). Stan mikrobiotsenozu dernovo-pidzolistoho supischanoho gruntu pid vplyvom orhanichnykh dobriv ta mikrobiolohichnykh preparativ [State of microbiocenosis of sod-podzolic soil under the influence of organic fertilizers and bacterial substance]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahramoho universytetu — Visnyk of Sumy National Agrarian University*, 3, 61–64 [in Ukrainian].
3. Kovalets, Y.M. (2007). Transformatsiia humusovoho stanu dernovo-pidzolistykh gruntiv Zakhidnoho Polissia Ukrainy pid vplyvom tryvaloho silskohospodarskoho vykorystannia [The transformation of the humus state of soils sod podzolic Western Woodlands of Ukraine under the influence of long-term agricultural use]. *Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho ahramo-tekhnichnoho universytetu — Proceedings of Podolsky State Agricultural and Technical University*, 1 (15), 251–253 [in Ukrainian].
4. Hepenko, O.V. (2013). Tseliulozolitychna aktyvnist gruntu v ryznykh korotkorotatsiynnykh sivozminakh [Cellulolytic activity of soil in different short-rotation crop rotations]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahramoho universytetu — Journal of Kharkov State Agrarian University*, 1, 176–180 [in Ukrainian].
5. Sherstoboieva, O.V., Shusteruk, T.Z., Demianiuk, O.S. (2007). Biolohichni monitorynh gruntiv yak skladova ekolohichnoho monitorynhu ahroekosystem [Biological monitoring of soil as a component of environmental monitoring of agroecosystems]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal*, 3, 45–49 [in Ukrainian].
6. Emcev, V.T., Myshustyn, E.N. (2005). *Mikrobiologija: uchebnik dlja vuzov [Microbiology]*. Moscwa: Drofa [in Russian].
7. Zvyagintsev, D.G. (Ed.) (1991). *Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii [Methods of Soil Microbiology and Biochemistry]*. Moscwa [in Russian].

УДК 633.16:631.527:574

## ЕКОЛОГІЧНЕ СОРТОВИПРОБУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО НА ЗАВЕРШАЛЬНОМУ ЕТАПІ СЕЛЕКЦІЇ

О.А. Демидов<sup>1</sup>, В.М. Гудзенко<sup>1</sup>, М.О. Сардак<sup>2</sup>, В.А. Іщенко<sup>3</sup>, О.С. Дем'янюк<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН

<sup>2</sup> Носівська селекційно-дослідна станція Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН

<sup>3</sup> Кіровоградська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН

<sup>4</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН

Наведено результати вивчення перспективних селекційних ліній ячменю ярого впро-  
довж 2015–2017 рр. у трьох екологічних зонах України — Центральному Лісостепі  
(Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН), Поліссі (Носівська  
селекційно-дослідна станція Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла  
НААН) та Північному Степу (Кіровоградська державна сільськогосподарська станція  
НААН). З використанням моделей АММІ та GGE biplot селекційні лінії ранжирувано  
за потенціалом урожайності та її стабільністю у мінливих умовах вирощування.  
Виділено номери з оптимальним поєднанням продуктивності та стабільності — Ну-  
танс 4855, Нутанс 4941 та Дефіцієнс 5005. Обґрунтовано ефективність поєднання  
екологічних випробувань та статистично-графічного аналізу для виділення генотипів  
з підвищеним адаптивним потенціалом. Такий підхід доцільно використовувати на  
завершальних етапах селекційної роботи з детальнішої оцінки ліній-кандидатів для  
створення сортів.

**Ключові слова:** ячмінь ярий, селекційні лінії, екологічне сортовипробування, врожай-  
ність, адаптивність, стабільність, моделі АММІ та GGE biplot.

Визначальну роль місця селекційної ро-  
боти щодо її результативності та адаптова-  
ності створених сортів до певних екологіч-  
них умов окреслено у публікаціях низки  
вітчизняних і зарубіжних вчених [1–7].  
Поряд із тим для підвищення адаптивного  
потенціалу сільськогосподарських культур  
доцільно проводити екологічні досліджен-  
ня на різних етапах селекційної роботи  
[8, 9]. Такий підхід має низку переваг. Зо-  
крема, випробування генотипів у кількох  
екологічних середовищах дає можливість  
за однаковий період часу, як і випробуван-  
ня в одній ніші, отримати значно повнішу  
інформацію щодо врожайності та стабіль-  
ності селекційного матеріалу. Практичним  
аспектом цього є визначення майбутнього

ареалу поширення створюваних сортів.  
Саме тому багатосередовищні випробуван-  
ня набувають дедалі більшого поширення  
у селекційній практиці [10–12].

Останнім часом для наочної та поглиб-  
леної оцінки взаємодії «генотип — середо-  
вище» у багатосередовищних випробуван-  
нях широко використовують АММІ-модель  
[13, 14], що поєднує дисперсійний аналіз  
та сингулярний розподіл [15]. Дисперсія  
генотипів, середовищ та їх взаємодії відоб-  
ражається у двокомпонентному просторі  
графічною побудовою biplot [16].

Іншим розповсюдженим підходом гра-  
фічного аналізу є модель GGE biplot, яку  
можна охарактеризувати як графічне відо-  
браження матричної мультиплікації [17–21].  
Модель GGE biplot як доповнення до АММІ  
має низку функцій, що надають змогу де-  
тальніше характеризувати різні співвідно-

© О.А. Демидов, В.М. Гудзенко, М.О. Сардак, В.А. Іщенко,  
О.С. Дем'янюк, 2017

шення компонентів та їх взаємодію за сумісного використання цих підходів [22, 23].

Метою наших досліджень було випробування перспективних селекційних ліній ячменю ярого у різних екологічних зонах та виділення генотипів з оптимальним поєднанням продуктивного та адаптивного потенціалів.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкт досліджень — дев'ять селекційних ліній ячменю ярого, створених у Миронівському інституті пшениці імені В.М. Ремесла НААН (МІП) та сорт Взірець, раніше прийнятий як Національний стандарт України. Лінії виділено за врожайністю сортовипробування МІП у 2015 р. Упродовж 2016–2017 рр. їх паралельно досліджували у трьох різних екологічних зонах: Центральному Лісостепі (МІП), Поліссі (Носівська селекційно-дослідна станція

МІП (НСДС)) та Північному Степу (Кіровоградська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН (КДСГДС)). За 2015–2017 рр. отримано результати випробування ліній у семи середовищах. Досліди закладали методом повних рендомізованих блоків відповідно до загальноприйнятих методик [24, 25]. Статистичний аналіз експериментальних даних проводили у програмах Statistica 8.0 і Excel 2010. Для наочної інтерпретації взаємодії «генотип — середовище» використано моделі АММІ та GGE biplot [26]. Для дисперсійного аналізу АММІ-моделі застосували відповідний підхід [27].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Рівень прояву врожайності селекційних ліній та стандарту Взірець за місцем проведення досліджень і роками (далі середовища) наведено у табл. 1.

Таблиця 1

**Урожайність селекційних ліній ячменю ярого залежно від умов вирощування\***

| Шифр                   | Назва сорту,<br>№ лінії | Установа і рік (шифр), урожайність, т/га |             |             |             |             |             |             | X           |
|------------------------|-------------------------|------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                        |                         | МІП                                      |             |             | НСДС        |             | КДСГДС      |             |             |
|                        |                         | 2015<br>M15                              | 2016<br>M16 | 2017<br>M17 | 2016<br>N16 | 2017<br>N17 | 2016<br>K16 | 2017<br>K17 |             |
| G1                     | Взірець — St            | 7,02                                     | 6,88        | 4,66        | 6,01        | 6,61        | 5,73        | 4,53        | <b>5,92</b> |
| G2                     | Нутанс 4983             | 7,32                                     | 6,32        | 4,56        | 6,70        | 7,06        | 5,67        | 4,73        | <b>6,05</b> |
| G3                     | Нутанс 4890             | 7,35                                     | 7,59        | 5,27        | 6,01        | 6,38        | 5,21        | 4,32        | <b>6,02</b> |
| G4                     | Дефіцієнс 5005          | 7,63                                     | 7,88        | 5,20        | 6,73        | 6,55        | 5,66        | 4,20        | <b>6,26</b> |
| G5                     | Нутанс 5006             | 7,67                                     | 5,39        | 4,56        | 5,20        | 7,03        | 4,28        | 4,22        | <b>5,48</b> |
| G6                     | Нутанс 4941             | 7,74                                     | 7,78        | 5,42        | 7,07        | 7,01        | 5,16        | 4,56        | <b>6,39</b> |
| G7                     | Нутанс 4693             | 7,12                                     | 6,74        | 4,75        | 6,28        | 6,01        | 4,99        | 4,26        | <b>5,74</b> |
| G8                     | Нутанс 4855             | 7,57                                     | 7,41        | 5,37        | 6,80        | 7,15        | 5,69        | 4,12        | <b>6,30</b> |
| G9                     | Нутанс 4867             | 7,34                                     | 6,52        | 4,92        | 5,65        | 6,23        | 4,86        | 4,36        | <b>5,70</b> |
| G10                    | Паллідум 5023           | 8,35                                     | 6,34        | 4,25        | 5,85        | 6,87        | 5,59        | 3,71        | <b>5,85</b> |
| X                      |                         | <b>7,51</b>                              | <b>6,89</b> | <b>4,90</b> | <b>6,23</b> | <b>6,69</b> | <b>5,28</b> | <b>4,30</b> | <b>5,97</b> |
| max                    |                         | 8,35                                     | 7,88        | 5,42        | 7,07        | 7,15        | 5,73        | 4,73        | <b>6,39</b> |
| min                    |                         | 7,02                                     | 5,39        | 4,25        | 5,20        | 6,01        | 4,28        | 3,71        | <b>5,48</b> |
| R <sub>(max-min)</sub> |                         | 1,33                                     | 2,49        | 1,17        | 1,87        | 1,14        | 1,45        | 1,02        | <b>0,91</b> |
| НІР <sub>05</sub>      |                         | 0,23                                     | 0,31        | 0,33        | 0,45        | 0,22        | 0,19        | 0,41        | <b>0,31</b> |

Примітка\*: X — середнє, max — максимальнє, min — мінімальнє значення у досліді;  $R_{(max-min)}$  — різниця між максимальним і мінімальним значенням у досліді.



Варіювання у досліді середнього рівня врожайності між середовищами становить — 3,21 т/га: з найвищим значенням у М15 (7,51 т/га), найнижчим — у К17 (4,30 т/га). Різниця між максимальним і мінімальним рівнем урожайності ліній у межах середовищ варіювала від 2,49 (М16) до 1,02 т/га (К17), що істотно переважало  $HP_{05}$  (0,19–0,41 т/га). Отже, кожного року були виявлені достовірні відмінності за рівнем прояву врожайності між дослідженими генотипами.

Результати дисперсійного аналізу АММІ-моделі засвідчили абсолютну перевагу частки вкладу у загальній варіації умов середовища — 83,95% (табл. 1). Значно нижчим був ефект від взаємодії «генотип — середовище» — 10,56% та генотипу — 5,49%. Отримані результати свідчать про значну варіабельність показників врожайності за зміни умов середовища. Своєю чергою це може вказувати на те, що виділені генотипи матимуть доволі високий рівень гомеостазу під час формування врожайності за контрастних умов.

Модель АММІ1 biplot відображає головні адитивні ефекти генотипів і середо-

вищ (за горизонтальною віссю) та мультиплікативні ефекти взаємодії «генотип — середовище» (за вертикальною віссю). Так, можемо констатувати про існування дисперсії генотипів і середовищ за середнім рівнем урожайності. Вертикальна лінія, що проходить через центр biplot, інформує про середній рівень врожайності сортів у всіх середовищах (рис. 1). Зображення на рис. 2 (АММІ2) надає змогу візуалізувати мультиплікативні ефекти взаємодії «генотип — середовище» у просторі перших двох головних компонент.

Репрезентативність та диференційну здатність середовищ GGE biplot-моделі наведено на рис. 3. Лінією, що проходить через середину GGE biplot, відображено середню вісь середовищ. Стрілкою в малому колі на ній помічено середнє розрахункове середовище. Пунктирні лінії, що з'єднують центр GGE biplot з роками випробувань, є векторами середовищ. Кут між середньою віссю середовищ та вектором конкретного середовища характеризує його репрезентативність. Чим менший кут, тим вища репрезентативність.

Таблиця 2

**Результати дисперсійного аналізу врожайності селекційних ліній ячменю (АММІ-модель)\***

| FACTORS   | SS     | PERCENT | DF  | MS    | F         |
|-----------|--------|---------|-----|-------|-----------|
| ENV       | 246,03 | 83,95   | 6   | 41,00 | 1161,62** |
| GEN       | 16,09  | 5,49    | 9   | 1,79  | 50,66**   |
| ENV·GEN   | 30,95  | 10,56   | 54  | 0,57  | 16,24**   |
| PC1       | 16,07  | 51,93   | 14  | 1,15  | 36,12**   |
| PC2       | 5,58   | 18,03   | 12  | 0,46  | 14,63**   |
| PC3       | 4,91   | 15,86   | 10  | 0,49  | 15,45**   |
| PC4       | 2,88   | 9,30    | 8   | 0,36  | 11,32**   |
| PC5       | 1,20   | 3,87    | 6   | 0,20  | 6,28      |
| PC6       | 0,31   | 1,02    | 4   | 0,08  | 2,48      |
| PC7       | 0,00   | 0,00    | 2   | 0,00  | 0,00      |
| Residuals | 4,94   | 0       | 140 | 0,04  | —         |

Примітка\*: ENV — середовище, GEN — генотип, ENV·GEN — взаємодія «генотип — середовище», SS — сума квадратів, PERCENT — частка вкладу у варіацію, %; DF — число ступенів свободи, MS — середній квадрат, F — критерій Фішера, PC1... PC7 — головні компоненти; \*\* — достовірно на 0,01%-му рівні значущості.



Найбільш репрезентативним було середовище N16, найменш — M15 та K17. Довжина вектора конкретного середовища характеризує його диференційну здатність. Чим довший вектор, тим сильніша диференційна здатність. Наразі найвища диференційна здатність (інформативність) спостерігається за середовищем M16, найнижча — за K17. Слід наголосити, що середовище N16 поєднувало максимальну репрезентативність і підвищену диференційну здатність.

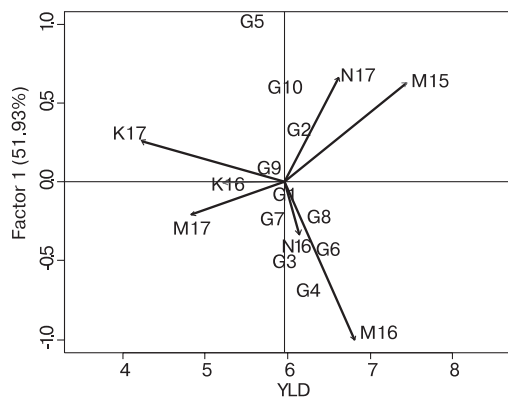
Величина кута між окремими середовищами характеризує їх подібність або відмінність щодо рівня прояву врожайності ліній як загалом, так і у відношенні одного до іншого. Чим менший кут між двома векторами, тим подібніші середовища за рівнем прояву врожайності у досліджених генотипів, і навпаки, чим більший кут, тим сильніша їх розбіжність. Так, найвіддаленішими між собою є середовища M15 та K17. Слід відзначити доволі близьке розташування середовищ M16 та M17, різниця між якими за середньою врожайністю у досліді становила 2,61 т/га; і значну віддаленість середовищ M15 та M16, які, поряд із тим, мали найвищу середню врожайність у досліді — 7,51 і 6,89 т/га відповідно.

На рис. 4 GGE biplot відображає «хто де переміг». На вершинах кутів полігональної фігури відтворено найвіддаленіші від

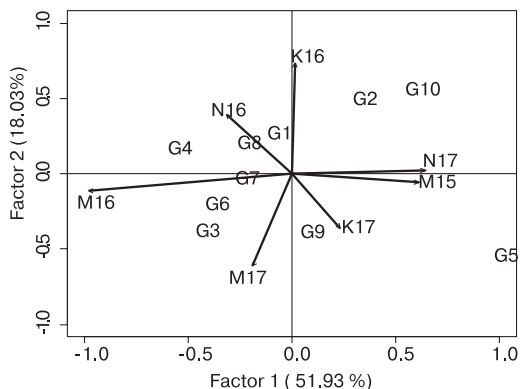
основи biplot генотипи. Ці генотипи є найкращими/найгіршими в одному або низці середовищ. Лініями, що відходять з центру biplot, площа розподілена на сектори, в яких розміщено середовища та генотипи.

Аналіз даних свідчить, що генотипи G4, G6, G8 були оптимальними в середовищах M16, N16, K16; генотипи G2, G10 були більш адаптованими до середовищ M15, N17; істотно поступалась у більшості середовищ лінія G5.

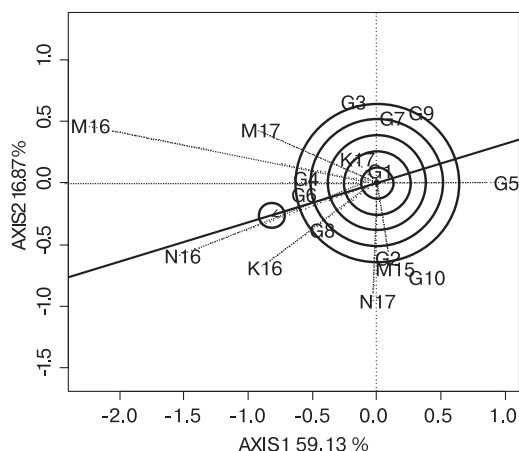
Модель GGE biplot характеризує генотипи за поєднанням середньої врожайності та стабільності (рис. 5). Вісь, що перетинає центр GGE biplot у горизонтальній площині, є середньою для середовищ абсцисою. У вертикальному напрямі середню для середовищ абсциси перетинає середня для середовищ ордината. Місце перетину одночасно репрезентує середнє значення врожайності у досліді. Віддаленість генотипів від осі абсцис відносно осі ординат в обох напрямках характеризує варіабельність за роками щодо очікуваного рівня прояву в конкретних середовищах. Чим ближче розміщуються генотипи до осі, тим вони є стабільнішими. Тобто стабільними були генотипи G1, G8, G9. Найбільш варіювали за врожайністю лінії G5 та G10. Нагадаємо, що лінія G5 мала найнижчу середню врожайність з-поміж усіх досліджених ліній.



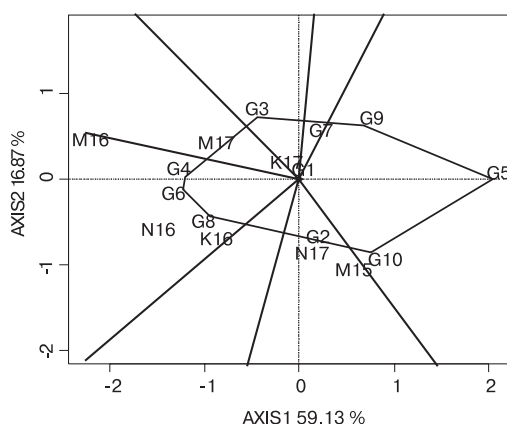
**Рис. 1.** AMMI1 biplot — розподіл генотипів і середовищ у координатах: середня врожайність (YLD) — головна компонента 1 (Factor 1)



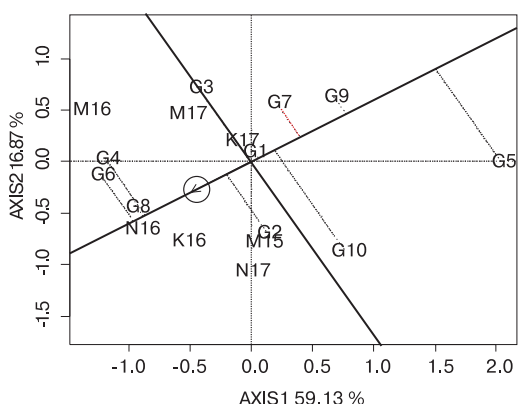
**Рис. 2.** AMMI2 biplot — розподіл селекційних ліній і середовищ у координатах перших двох головних компонент



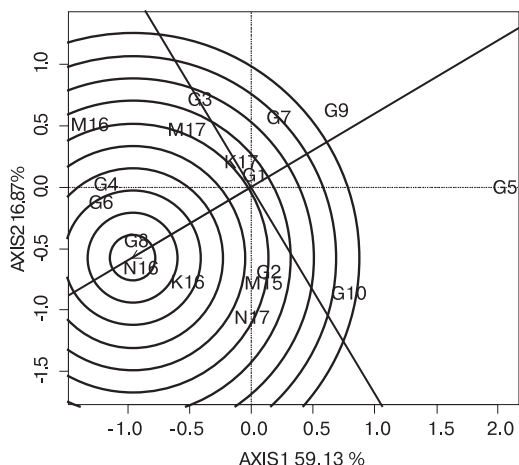
**Рис. 3.** GGE biplot диференційні здатності та репрезентативності середовищ



**Рис. 4.** Модель GGE biplot «хто де переміг»



**Рис. 5.** Модель GGE biplot — середньосередовищна координація селекційних ліній за середньою врожайністю та стабільністю



**Рис. 6.** GGE biplot — ранжирування селекційних ліній ячменю ярого за «ідеальним» генотипом, 2012–2016 рр.

Ранжирування ліній за гіпотетичним «ідеальним» генотипом, який теоретично повинен розташовуватись у середині центричних кіл, свідчить про максимальну наближеність до нього лінії G8 (Нутанс 4855) (рис. 6).

Тобто лінія G8 найбільш оптимально поєднує рівень та стабільність врожайності у різних середовищах. Окрім неї, слід виділити лінії G6 (Нутанс 4941) та G4 (Дефіцієнс 5005), які дещо поступалися G8 за стабільністю, але за середньою врожайністю були на рівні (G4) або дещо переважали її.

Найменш придатною у цьому наборі генотипів виявилась лінія G5, яка мала як найнижчу середню врожайність, так і високу варіабельність. Лінія G9, яку ми визначали як відносно стабільну, поступалась іншим за середнім рівнем урожайності.

## ВИСНОВКИ

Сортовипробування у кількох відмінних за екологічними умовами зонах на завершальних етапах селекційної роботи (паралельно з конкурсним) дають змогу за короткий період часу отримати повнішу

інформацію щодо продуктивного та адаптивного потенціалу селекційних ліній-кандидатів у сорти.

Статистично-графічні підходи (АММІ, GGE biplot) інтерпретації експериментальних даних багатосередовищних випробувань сприяють більш наочній і детальній

характеристиці взаємодії «генотип — середовище» та ранжируванню генотипів.

З використанням наведених підходів виділено селекційні лінії з оптимальним поєднанням продуктивності та стабільності — Нутанс 4855, Нутанс 4941 та Дефіценс 5005.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика) / А.А. Жученко. — М.: ООО Изд-во Агрорус, 2004. — Т. 1. — 690 с.
2. Адаптивная селекция. Теория и технология на современном этапе / [П.П. Литун, В.В. Кириченко, В.П. Петренко, В.П. Коломацкая]. — Х., 2007. — 263 с.
3. Литвиненко М.А. Зернові культури. Стан та перспективи створення нових сортів і гібридів у наукових установах УААН / М.А. Литвиненко, О.І. Рибалка // Насінництво. — 2007. — № 1. — С. 3–6.
4. Сурин Н.А. Селекция ячменя на адаптивность в Восточной Сибири / Н.А. Сурин, Н.Е. Ляхова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. — СПб.: ВИР, 2009. — Т. 165. — С. 56–61.
5. Abay F. Specific adaptation of barley varieties in different locations in Ethiopia / F. Abay, A. Bjornstad // Euphytica. — 2009. — Vol. 167. — P. 181–195.
6. Quantitative trait loci associated with adaptation to Mediterranean dryland conditions in barley / M. von Korff, S. Grando, A. Del Greco et al. // Theor Appl Genet. — 2008. — Vol. 117. — P. 653–669.
7. Macholdt J. Impact of climate change on cultivar choice: adaptation strategies of farmers and advisors in German cereal production [Електронний ресурс] / J. Macholdt, B. Honermeier // Agronomy. — 2016. — Vol. 6 (40). — Режим доступу: <http://www.mdpi.com/journal/agronomy>
8. Метод оценки гомеoadaptивности в системе экологической селекции яровой мягкой пшеницы: Методические рекомендации / [В.В. Сюков, В.Г. Захаров, В.Г. Кривобочек и др.]. — Самара: СамНЦ РАН, 2008. — 18 с.
9. Ващенко В.В. Экологическое сортоиспытание как этап адаптивной селекции ячменя ярового / В.В. Ващенко // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. — 2010. — Вип. 9. — С. 35–39.
10. Продуктивность сортов ячменя ярового в экологическом сортоиспытании / П.Н. Солонечный, М.Р. Козаченко, Н.И. Васько и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. — 2014. — № 4 (12). — С. 96–99.
11. Стабільність елементів продуктивності сортів ячменю ярого в екологічному випробуванні / П.М. Солонечний, М.Р. Козаченко, Н.І. Васько та ін. // Селекція і насінництво. — 2014. — Вип. 105. — С. 194–203.
12. Адаптивні особливості сортів ячменю ярого за урожайністю та вмістом білка в зерні / П.М. Солонечний, М.Р. Козаченко, Н.І. Васько та ін. // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. — 2014. — Вип. 16. — С. 225–231.
13. Kilic H. Additive main effects and multiplicative interactions (AMMI) analysis of grain yield in barley genotypes across environments / H. Kilic // Journal of agricultural sciences. — 2014. — Vol. 20. — P. 337–344.
14. AMMI model to analyse GxE for dual purpose barley in multi-environment trials / R.P.S. Verma, A.S. Kharab, J. Singh et al. // Agric. Sci. Digest. — 2016. — Vol. 36, No. 1. — P. 9–16.
15. Statistical analysis of yield trials by AMMI analysis of genotype x environment interaction / K. Hongyu, M. Garcia-Pena, L.B. de Araujo, C.T. dos Santos Dias // Biometrical letters. — 2014. — Vol. 51, No. 2. — P. 89–102.
16. Gabriel K.R. The biplot graphic display of matrices with application to principal components analysis / K.R. Gabriel // Biometrika. — 1971. — Vol. 58. — P. 453–467.
17. Yan W. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications / W. Yan, N.A. Tinker // Canadian journal of plant science. — 2006. — Vol. 86, No. 3. — P. 623–645.
18. Jalata Z. GGE-biplot analysis of multi-environment yield trials of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes in Southeastern Ethiopia Highlands / Z. Jalata // International journal of plant breeding and genetics. — 2011. — Vol. 5, No. 1. — P. 59–75.
19. Identifying superior feed barley genotypes using GGE biplot for diverse environments in India / B. Sarkar, R.C. Sharma, R.P.S. Verma et al. // Indian J. Genet. — 2014. — Vol. 74, No. 1. — P. 26–33.
20. Application of GGE biplot analysis to investigate GE interaction on barley grain yield / M. Mohammedi, A.A. Noorinia, G.R. Khalilzadeh, T. Hosseinpoo // Current opinion in agriculture. — 2015. — Vol. 4, No. 1. — P. 25–32.
21. GGE biplot взаємодії генотип — середовище сортів ячменю ярого / П.М. Солонечний, М.Р. Козаченко, Н.І. Васько та ін. // Селекція і насінництво. — 2014. — Вип. 106. — С. 93–102.
22. GGE biplot and AMMI analysis of yield performance of barley genotypes across different environments in Iran / S.M.M. Mortazavian, H.R. Nikkhab, F.A. Hassani et al. // J. Agr. Sci. Tech. — 2014. — Vol. 16. — P. 609–622.
23. Ahmadi J. Graphical analysis of multi-environment trials for barley yield using AMMI and GGE-biplot

- under rain-fed conditions / J. Ahmadi, B. Vaezi, M.H. Fotokian // *Journal of plant physiology and breeding*. — 2012. — Vol. 2, No. 1. — P. 43–54.
24. Методика проведення експертизи та державного сортовищного сортування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур // Охорона прав на сорти рослин: офіц. бюлетень / гол. ред. В.В. Волкодав. — К.: Алефа, 2003. — Вип. 2, Ч. 3. — 241 с.
  25. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
  26. Frutos E. An interactive biplot implementation in R for modeling genotype-by-environment interaction / E. Frutos, M.P. Galindo, V. Leiva // *Stoch. Environ. Res. Risk. Assess.* — 2014. — Vol. 28. — P. 1629–1641.
  27. Gollob H.F. A statistical model which combines feature of factor analytic and analysis of variance techniques / H.F. Gollob // *Psychometrika*. — 1968. — Vol. 33. — P. 73–115.
- ## REFERENCES
1. Zhuchenko, A.A. (2004). *Ekologicheskaya henetyka kul'turnykh rasteniy u problemy ahrosferiy (teoriya y praktika)* [Ecological genetics of cultivated plants and problems of the agrosphere (theory and practice)]. Moskva: OOO Yzd-vo Ahrorus [in Russian].
  2. Litun, P.P., Kirichenko, V.V., Petrenkova, V.P., Kolomatskaya, V.P. (2007). *Adaptivnaya selektsiya. Teoriya i tekhnologiya na sroemennom etape* [Adaptive Plant Breeding. Theory and Technology at the current stage]. Kharkiv [in Russian].
  3. Lytvynenko, M.A., Rybalka, O.I. (2017). Zernovi kultury. Stan ta perspektyvy stvorennia novykh sortiv i hibrydiv u naukovykh ustanovakh UAAN [Cereal Crops. The state and prospects for development of new varieties and hybrids at the scientific institutions of the Ukrainian Academy of Agrarian Sciences]. *Nasinnystvo — Seed production*, 1, 3–6 [in Ukrainian].
  4. Surin, N.A., Lyakhova, N.E. (2009). Seleksiya yachmenya na adaptivnost' v Vostochnoy Sibiri [Barley breeding for adaptability in the Eastern Siberia]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii — Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*, 165, 56–61 [in Russian].
  5. Abay, F., Bjornstad, A. (2009). Specific adaptation of barley varieties in different locations in Ethiopia. *Euphytica*, 167, 181–195 [in English].
  6. Von Korff, M., Grando S., Del Greco A., This D., Baum, M., Ceccarelli, S. (2008). Quantitative trait loci associated with adaptation to Mediterranean dryland conditions in barley. *Theor Appl Genet*, 117, 653–669 [in English].
  28. Macholdt, J., Honermeier, B. (2016). Impact of climate change on cultivar choice: adaptation strategies of farmers and advisors in German cereal production. *Agronomy*, 6 (40). Retrieved from <http://www.mdpi.com/journal/agronomy> [in English].
  7. Syukov, V.V., Zakharov, V.G., Krivobochek, V.G. i dr. (2008). *Metod otsenki gomeoadaptivnosti v sisteme ekologicheskoy selektsii yarovoy myagkoy pshenitsy: Metodicheskie rekomendatsii* [Method of estimation of homeoadaptivity in system of ecological spring wheat breeding: Methodical recommendations]. Samara: SamNTc RAN [in Russian].
  8. Vashchenko, V.V. (2010). Ekologicheskoe sortoispytanie kak etap adaptivnoy selektsii yachmenya yarovogo [Ecological strain testing as a stage of adaptive spring barley breeding]. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti — Bulletin of the Center for Science Provision of Agribusiness in the Kharkiv region*, 9, 35–39 [in Russian].
  9. Solonechnyy, P.N., Kozachenko, M.R., Vasko, N.I., Naumov, A.G., Vazhenina, O.E., Solonechnaya, O.V. (2014). Produktivnost sortov yachmenya yarovogo v ekologicheskomo sortoispytanii [Productivity in spring barley varieties under ecological testing]. *Zernovye i krupyanye kul'tury — Legumes and groat crops*, 4(12), 96–99 [in Russian].
  10. Solonechnyy, P.M., Kozachenko, M.R., Vasko, N.I., Naumov, O.H., Dmitrenko, P.P., Kovalenko, O.L. (2014). Stabilnost elementiv produktivnosti sortiv yachmeniu yarocho v ekologichnomu vyprobuvanni [Stability of productivity elements in spring barley varieties under ecological testing]. *Selektsiya i nasinnystvo — Plant breeding and seed production*, 105, 194–203 [in Ukrainian].
  11. Solonechnyy, P.M., Kozachenko, M.R., Vasko, N.I., Naumov, O.G., Dmitrenko, P.P., Kovalenko, O.L. (2014). Adaptivni osoblyvosti sortiv yachmeniu yarocho za urozhainistiu ta vmistom bilka v zerni [Adaptive peculiarities of spring barley varieties by yield capacity and protein content in grain]. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti — Bulletin of the Center for Science Provision of Agribusiness in the Kharkiv region*, 16, 225–231 [in Ukrainian].
  12. Kilic, H. (2014). Additive main effects and multiplicative interactions (AMMI) analysis of grain yield in barley genotypes across environments. *Journal of agricultural sciences*, 20, 337–344 [in English].
  13. Verma, R.P.S., Kharab, A.S., Singh, J., Kumar, V., Sharma, I., Verma, A. (2016). AMMI model to analyse GxEn for dual purpose barley in multi-environment trials. *Agric. Sci. Digest.*, 36 (1), 9–16 [in English].
  14. Hongyu, K., Garcia-Pena, M., de Araujo, L.B., dos Santos Dias, C.T. (2014). Statistical analysis of yield trials by AMMI analysis of genotype x environment interaction. *Biometrical letters*, 51 (2), 89–102 [in English].
  15. Gabriel, K.R. (1971). The biplot graphic display of matrices with application to principal components analysis. *Biometrika*, 58, 453–467 [in English].
  16. Yan, W., Tinker N.A. (2006). Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. *Canadian journal of plant science*, 86 (3), 623–645 [in English].

17. Jalata, Z. (2011). GGE-biplot analysis of multi-environment yield trials of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes in Southeastern Ethiopia Highlands. *International journal of plant breeding and genetics*, 5 (1), 59–75 [in English].
18. Sarkar, B., Sharma, R.C., Verma, R.P.S., Sarkar, A., Sharma, I. (2014). Identifying superior feed barley genotypes using GGE biplot for diverse environments in India. *Indian J. Genet.*, 74 (1), 26–33 [in English].
19. Mohammadi, M., Noorinia, A.A., Khalilzadeh, G.R., Hosseinpoo T. (2015). Application of GGE biplot analysis to investigate GE interaction on barley grain yield. *Current opinion in agriculture*, 4 (1), 25–32 [in English].
20. Solonechnyi, P.M., Kozachenko, M.R., Vasko, N.I., Naumov, O.H., Vazhenina, O.Ye., Solonechna, O.V., Dmytrenko, P.P., Kovalenko, O.L. (2014). GGE biplot взаємодії генотип-середовище сортів ячменю ярого [GGE biplot analysis of genotype – environment interaction in spring barley varieties]. *Selektsiia i nasinnystvo – Plant breeding and seed production*, 106, 93–102 [in Ukrainian].
21. Mortazavian, S.M.M., Nikkhah, H.R., Hassani, F.A., Sharif-al-Hosseini, M., Taheri, M., Mahlooji, M. (2014). GGE biplot and AMMI analysis of yield performance of barley genotypes across different environments in Iran. *J. Agr. Sci. Tech.*, 16, 609–622 [in English].
22. Ahmadi, J., Vaezi, B., Fotokian, M.H. (2012). Graphical analysis of multi-environment trials for barley yield using AMMI and GGE-biplot under rain-fed conditions. *Journal of plant physiology and breeding*, 2 (1), 43–54 [in English].
23. Volkodav, V.V. (Ed.). (2003). Method of examination and state testing of varieties of grain, cereal and leguminous crops. *Okhorona prav na sorty roslin – Plant variety rights protection*, 2, 3. Kyiv: Alefa [in Ukrainian].
24. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. (5d ed., rev.). Moskva: Agropromizdat [in Russian].
25. Frutos, E., Galindo, M.P., Leiva, V. (2014). An interactive biplot implementation in R for modeling genotype-by-environment interaction. *Stoch. Environ. Res. Risk. Assess.*, 28, 1629–1641 [in English].
26. Gollob, H.F. (1968). A statistical model which combines feature of factor analytic and analysis of variance techniques. *Psychometrika*, 33, 73–115 [in English].

УДК 578.863.1:632.38:631.847.21:631.524.84

## ВПЛИВ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ РОСЛИН КАРТОПЛІ З КУЛЬТУРИ *IN VITRO* ЗА ДІЇ МВК

О.О. Кучерявенко<sup>1</sup>, О.В. Пиріг<sup>1</sup>, І.Г. Будзанівська<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
ННЦ «Інститут біології та медицини»

Встановлено позитивний вплив мікробних препаратів на ріст, розвиток та продукційний процес пробіркових рослин картоплі, вирощених в умовах *in vivo* за ураження М-вірусом картоплі. Доведено, що передсадивна інокуляція біопрепаратами кореневої системи рослин картоплі з культури *in vitro* сприяла підвищенню показників маси одного клону вірусифікованих рослин на 49,6–45,4%; покращенню якісних показників продукції культури, зокрема підвищенню вмісту крохмалю в бульбах на 2,1–6,5%, аскорбінової кислоти — на 10,7–19,2%.

**Ключові слова:** картопля, культура *in vitro*, М-вірус картоплі, мікробні препарати.

У 60-ті роки минулого століття було встановлено, що одним із основних чинників виродження сортів картоплі є ураження культури вірусними хворобами. В Україні

лише через ураження насаджень картоплі вірусною інфекцією втрати врожаю становлять у середньому 30–70% [1].

За результатами багаторічних досліджень співробітниками лабораторії вірусології Інституту сільськогосподарської



мікробіології та агропромислового виробництва НААН встановлено, що в розсадниках елітного насінництва картоплі зафіксовано М-, S-, Y-віруси картоплі як у моноінфекції, так і у складі патокомплексів. Превалює в насадженнях обстежених сортів культури ентомофільний М-вірус картоплі (МВК) у моноінфекції (36,2%) або у патокомплексах з іншими вірусами: МВК + SBK — 23,4%, МВК + SBK + YBK — 29,8, МВК + YBK — 6,4, SBK + YBK — 2,1, SBK — 2,1%. Втрати врожаю картоплі від МВК залежно від сорту та умов навколишнього природного середовища досягають 25–75% і більше за змішаної інфекції [2].

Серед основних шляхів підтримання високої продуктивності картоплі є створення стійких до вірусних хвороб сортів (методами традиційної селекції та генетичної інженерії), а також здійснення біотехнологічного оздоровлення існуючих сортів картоплі методом культури меристеми та прискорене розмноження вихідного безвірусного матеріалу в комплексі з фітосанітарними заходами.

Поряд із тим, як свідчить практика, використання оздоровленого насінневого матеріалу без його активного захисту призводить до поступового накопичення вірусної інфекції. А оскільки заходи захисту від вірусної інфекції в розсадниках елітного насінництва картоплі мають здебільшого профілактичний характер (просторова ізоляція насінневої картоплі від площ продовольчої картоплі, проведення регулярних фітоочишень із видаленням хворих рослин, ранні терміни висаджування пророщеними бульбами до початку масового льоту попелиць — переносників вірусної інфекції тощо), необхідним є пошук ефективних, екологічно безпечних прийомів зниження шкодочинності вірусних хвороб.

Це питання і досі залишається актуальним з огляду на відсутність надійних засобів захисту рослин від вірусної інфекції [3, 4].

Одним із перспективних та економічно виправданих напрямів підвищення продуктивності сільськогосподарських культур є застосування мікробних препаратів,

а також комплексних інокулянтів на основі корисних мікроорганізмів та фізіологічно активних речовин природного походження, здатних стимулювати природні захисні механізми рослин від несприятливих умов навколишнього природного середовища і від вірусної інфекції.

Метою нашої роботи було вивчення впливу мікробних препаратів на продуктивність рослин картоплі, вирощених з культури *in vitro* за умов вірусного інфікування.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктами досліджень були оздоровлені рослини картоплі сорту Сувенір Чернігівський з культури *in vitro*, МВК та біопрепарати: Біогран (на основі бактерій *Azospirillum brasilense* 410, іммобілізованих у гранулах біогумусу); Бактопасльон (на основі консорціуму *Azotobacter chroococcum* і *Azotobacter vinelandii*, культивованих із лектином картоплі).

У дослідженнях використовували колекційний штам МВК-н, який виділено з рослин картоплі сорту Нагорода в лабораторії вірусології Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН. Вірус накопичували на тест-рослинах *Lycopersicon esculentum* Mill., інфікування яких здійснювали у фазу 3–4-х справжніх листків методом механічної інокуляції з попереднім опиленням карборундом (500–600 мкм) [5]. Рослини вирощували в умовах вегетаційних приміщень при 20–25°C з фотоперіодом 16 год. Інокулюм готували з уражених листків рослин томатів із додаванням 0,01 М фосфатного буферного розчину, рН 7,2–7,5 у пропорції 1:10. Після інокуляції поверхню листків промивали дистильованою водою та залишали у затемненому місці на 12–24 год для того, щоб вони могли краще перенести стрес, викликаний травмуванням під час інокуляції.

Через 21 день проводили контрольне інфікування вірусінфікованого матеріалу за допомогою електронної мікроскопії нативних препаратів негативно контрастованих 2%-им розчином фосфорно-вольфрамової



кислоти [6] методом ПЛР [7]. Отриманий інокулюм із рослин томатів використовували для ураження пробіркових рослин картоплі, висаджених у ґрунт.

Визначення концентрації вірусу в рослинах здійснювали у сендвіч-варіанті твердофазного імуноферментного аналізу (ІФА) з лужною фосфатазою за допомогою комерційного набору Agdia (USA) згідно з інструкцією виробника, результати реєстрували на рідері EL×800 (Biotek, США) при довжині хвилі 405 нм [8].

Дослідження проводили в умовах польового дрібноділянкового досліді на дерново-середньопідзолистому ґрунті (вміст гумусу — 1,2%; азоту — 5,0–6,0 мг/100 г; фосфору — 11–13; калію — 12–13 мг/100 г ґрунту,  $\text{pH}_{\text{сол.}}$  — 6).

Схема досліді: 1. Контроль (передсидна обробка кореневої системи водою); 2. Біогран (замочування кореневої системи з розрахунку 1:10); 3. Бактопасльон (замочування кореневої системи з розрахунку 1:100).

Рослини висаджували за схемою 12×70 см, агротехніка — загальноприйнята для зони Полісся, попередник — кукурудза, повторність досліді — триразова.

Обробку кореневої системи пробіркових рослин здійснювали шляхом замочування на 30 хв у розчині біопрепаратів перед висаджуванням.

Для вивчення впливу вірусної інфекції на ріст і розвиток картоплі за дії біопрепаратів пробіркові рослини культури адаптували до умов *in vivo* впродовж 14 діб, після чого половину рослин інфікували МВК. Неінфіковані та уражені рослини картоплі були територіально ізольовані між собою

для уникнення перезараження МВК. Для запобігання поширенню переносників вірусної інфекції на насадженнях картоплі застосовували інсектициди.

Інфікування рослин картоплі МВК здійснювали методом механічної інокуляції [5].

Біометричні дослідження проводили вимірювально-ваговим методом за використання відповідних методик [9].

Площу листкової поверхні обліковували методом висічок [10].

Визначення вмісту хлорофілів *a* і *b* у листках картоплі визначали спектрофотометричним методом [11].

Дослідження вмісту аскорбінової кислоти проводили методом І.К. Муррі [12].

Визначення вмісту крохмалю та сухої речовини здійснювали відповідно до рекомендацій М.О. Майсуриана [13].

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методом однофакторного дисперсійного аналізу, а також за допомогою комп'ютерних програм Microsoft Office Excel 2003-2007 та STATISTICA 6.0.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами досліджень встановлено, що передсидна обробка рослин картоплі мікробними препаратами позитивно вплинула на показники приживлюваності рослин картоплі з культури *in vitro*. За використання Біограну кількість рослин, які прижилися, становила 81,5%, за дії Бактопасльону — 74,5 на фоні 67,3% у контрольному варіанті (табл. 1).

Встановлено, що застосування МВК зумовило зменшення асиміляційної поверх-

Таблиця 1

### Вплив мікробних препаратів на приживлюваність рослин картоплі з культури *in vitro* до моменту інфікування МВК

| Варіанти досліді          | Кількість рослин (висаджені/прижилися), од. | Приживлюваність рослин, % |
|---------------------------|---------------------------------------------|---------------------------|
| Контроль (без інокуляції) | 55/37                                       | 67,3                      |
| Біогран                   | 55/45                                       | 81,8                      |
| Бактопасльон              | 55/41                                       | 74,5                      |

ні листків картоплі на 23,4%. Інфіковані рослини після обробки мікробними препаратами мали більшу площу листової поверхні порівняно з контролем: у варіанті з Біограном — на 14,2%, з Бактопасльоном — на 5,1%.

Результати дослідження свідчать, що МВК негативно впливає на синтез фотосинтетичних пігментів у листках рослин картоплі. Зниження сумарного вмісту хлорофілу *a* і *b* у листках уражених рослин становило 20,4% порівняно зі здоровими. Найбільший приріст суми хлорофілів *a* і *b* до контролю спостерігався за використання Біограну — 17,5%. За дії Бактопасльону показники суми хлорофілів *a* і *b* становили 108,1 мг/100 г листової маси, що на 14,9% більше, ніж у контрольному варіанті.

Передсадивна інокуляція мікробними препаратами сприяла підвищенню показників продуктивності рослин картоплі, інфікованих МВК (табл. 2).

Зниження маси клонів уражених рослин становило 36,8% порівняно з клонами, отриманими зі здорових рослин картоплі. Застосування Біограну та Бактопасльону сприяло зростанню маси одного клону вірусінфікованих рослин картоплі на 49,6 та 45,4% відповідно.

Вірусні захворювання картоплі спричиняють помітні зміни в хімічному складі бульб (у них менше сухої речовини, крохмалю та аскорбінової кислоти) [14]. За на-

шими даними, внаслідок ураження рослин картоплі МВК спостерігалось зниження вмісту крохмалю в бульбах на 2,9%, сухої речовини — на 10,4, аскорбінової кислоти — на 21,7% порівняно з бульбовим матеріалом, отриманим зі здорових рослин.

Застосування мікробних препаратів сприяє не лише збільшенню продуктивності культури, а й покращенню якісних показників продукції (табл. 3).

Найбільший вплив на накопичення крохмалю в бульбах, отриманих з уражених МВК рослин, спостерігався за використання Бактопасльону. За дії вказаного біопрепарату приріст крохмалю становив 1,0% порівняно з контрольним варіантом (13,9%); у варіанті із застосуванням Біограну приріст вмісту крохмалю в бульбах становив 14,2% відповідно.

Найвищий показник вмісту сухої речовини в бульбах, уражених МВК, спостерігався також за використання Бактопасльону — 22,6% порівняно з контрольним варіантом (21,2%); у варіанті із застосуванням Біограну цей показник становив 21,7% відповідно.

За використання біопрепаратів показники вмісту аскорбінової кислоти були вищими, ніж у контрольному варіанті (2,24 мг/100 г): у варіанті з Біограном — на 10,7%, з Бактопасльоном — на 19,2%.

Для визначення ефекту інгібування від застосування мікробних препаратів щодо

Таблиця 2

**Вплив мікробних препаратів на продуктивність рослин картоплі, інфікованих МВК**

| Варіанти дослідів           | Кількість бульб у клоні, од. | Маса клону, г | Приріст до контролю, % |
|-----------------------------|------------------------------|---------------|------------------------|
| <i>Здорові рослини</i>      |                              |               |                        |
| Контроль                    | 4,3±0,53                     | 173,9±4,4     | —                      |
| Біогран                     | 4,7±0,48                     | 258,6±5,6     | 48,7                   |
| Бактопасльон                | 4,5±0,46                     | 250,3±6,3     | 43,9                   |
| <i>Рослини, уражені МВК</i> |                              |               |                        |
| Контроль                    | 3,14±0,61                    | 127,1±6,9     | —                      |
| Біогран                     | 3,31±0,34                    | 190,2±5,9     | 49,6                   |
| Бактопасльон                | 3,47±0,16                    | 184,8±5,0     | 45,4                   |

Таблиця 3

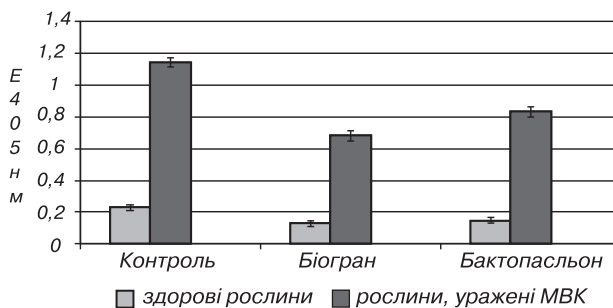
**Вплив мікробних препаратів на якісні показники продукції рослин картоплі, інфікованих МВК**

| Варіанти дослідів           | Вміст крохмалю, % | Вміст сухої речовини, мг/100 г сирих бульб | Вміст аскорбінової кислоти, мг/100 г |
|-----------------------------|-------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Здорові рослини</i>      |                   |                                            |                                      |
| Контроль                    | 14,3              | 23,4±0,06                                  | 10,3±0,02                            |
| Біогран                     | 15,4              | 23,9±0,08                                  | 11,5±0,04                            |
| Бактопасльон                | 15,7              | 24,3±0,03                                  | 11,9±0,05                            |
| <i>Рослини, уражені МВК</i> |                   |                                            |                                      |
| Контроль                    | 13,9              | 21,2±0,03                                  | 2,24±0,09                            |
| Біогран                     | 14,2              | 21,7±0,02                                  | 2,48±0,11                            |
| Бактопасльон                | 14,8              | 22,6±0,03                                  | 2,67±0,07                            |

ураження картоплі МВК проведено імуноферментний аналіз інфікованого рослинного матеріалу. Аналіз даних рівня репродукування МВК у рослинах картоплі демонструє зниження в них концентрації антигену за дії біопрепаратів у 1,4–1,7 раза (рис.).

**ВИСНОВКИ**

Встановлено позитивний вплив біопрепаратів Біогран та Бактопасльон на ріст, розвиток та продукційний процес пробіркових рослин картоплі, вирощених в умовах *in vivo* за ураження МВК. Передсадивна інюкуляція біопрепаратами рослин картоплі з культури *in vitro* сприяла збільшенню маси одного клону вірусінфікованих рослин картоплі на 49,6–45,4%. Поряд із збільшенням продуктивності картоплі інюкуляція мікробними препаратами сприяє покращенню якісних показників



Вплив мікробних препаратів на накопичення МВК у рослинах картоплі сорту Сувенір Чернігівський, ІФА

продукції культури, зокрема підвищенню вмісту крохмалю в бульбах на 2,1–6,5%, аскорбінової кислоти — на 10,7–19,2%. Результати імуноферментного аналізу демонструють зниження концентрації МВК у рослинах картоплі за дії біопрепаратів у 1,4–1,7 раза, що може свідчити про підвищення їх вірусостійкості.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Рабенштейн Ф. Проблемы идентификации штаммов Y-вируса картофеля / Ф. Рабенштейн, Ж. Шуберт, Д. Шпаар // Биоресурси і віруси: IV Міжнар. конф.: тези доп. — К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2004. — С. 94.
2. Бова Т.О. Фітовірусологічний моніторинг агроценозів з картоплею Чернігівської області / Т.О. Бова, Ю.О. Дмитрук, О.О. Дмитрук. — Бояни: Місто, 2013. — 41 с.
3. Пат. 73682 Україна, МПК АО 1N 63/00, С 12 N 1/20. Інсектофунгіцидний препарат Гаупсин для боротьби із шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур / О.А. Кіпріанова, С.В. Гораль; заявник і патентовласник Інститут мікробіології і вірусології ім. академіка Забо-

- лотного НАН України. — № 2004031748; заявл. 10.03.2004; опубл. 15.08.2005, Бюл. № 8.
- Орловська Г.М. Вплив препаратів «БОА» та «ГЗ» на насіння соняшнику (*Helianthus annuus* L.) ураженого вірусом плямистого зів'янення томатів / Г.М. Орловська, А.Л. Бойко // *Агроєкологічний журнал*. — 2008. — № 2. — С. 193–195.
  - Оверченко В.В. Екологія вірусів / В.В. Оверченко. — К.: Національний університет біоресурсів і природокористування України, ННІ рослинництва, екології та біотехнологій, 2013. — 58 с.
  - Миронов А.А. Методы электронной микроскопии в биологии и медицине / А.А. Миронов, Я.Ю. Комиссарчик, В.А. Миронов. — СПб.: Наука, 1994. — 399 с.
  - Конструирование иммуноферментной тест-системы для обнаружения МВК в растительном материале / О. Кучерявенко, А. Пирог, Т. Бова и др. // *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. — 2017. — Вип. 1 (73). — С. 56–60. — (Серія: Біологія).
  - Crowther J.R. ELISA. Theory and practice / J.R. Crowther. — N.Y.: Hamana Press, 1995. — 223 p.
  - Rabenshtein, F. (2004). Problemy identifikatsii shtammov Y-virusa kartofelia [Problems of identification of strains of Y-potato virus]. Proceedings from The bioresources and viruses '04: IV mizhnarodna konferentsiia — 4<sup>th</sup> International Conference (p. 94). Kyiv: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr «Kyivskiy universitet» [in Russian].
  - Bova, T.O., Dmytruk, Y.O., & Dmytruk, O.O. (2013). Fitovirusolohichnyi monitoryng ahrotsenoziv z kartopleiu Chernihivskoi oblasti [Phytovirus monitoring of agroecosis of potato in Chernihiv region]. Boiany: Misto [in Ukrainian].
  - Kiprianova, O.A., Horal, S.V. (2005). Insektofungitsydni preparat Haupsyn dlia borotby zi shkidnykamy ta khvorobamy silskohospodarskykh kultur. [Insectofungicidal preparation Haupsyn to fight with pests and diseases of agricultural crops]. Patent Ukraine No. 73682. IPC AO 1N 63/00, C 12 N 1/20. Publ. 15.08.2005, Bull. No. 8 [in Ukrainian].
  - Orlovska, H.M., & Boiko, A.L. (2008). Vplyv preparativ «BOA» ta «HZ» na nasinnia soniashnyku (*Helianthus annuus* L.) urazhenoho virusom pliamystoho zivianennia tomativ [Effect of preparations «BOA» and «HZ» on sunflower seeds (*Helianthus annuus* L.) affected by the virus of spotted withering of tomatoes]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecology journal*, 2, 193–95 [in Ukrainian].
  - Overchenko, V.V. (2013). *Ekologia virusiv* [Ecology of viruses]. Kyiv: National University of Bioresources and Natural resources of Ukraine, ESI of plant growing, ecology and biotechnologies [in Ukrainian].
  - Mironov, A.A., Komissarich, Ya.Yu., & Mironov, V.A. (1994) *Metody elektronnoi mikroskopii v biolohii i meditsine* [Methods of electronic microscopy in biology and medicine]. SPb.: Nauka [in Russian].
  - Kucheriavenko, O., Pyroh, A., Bova, T., Tymoshenko, Ye., & Budzanivskaia, I. (2017). Konstruirovaniie immunofermentnoi test-sistemy dlia obnaruzhennia MVK v rastitelnom materiale [Design of an immunoenzymatic test-system for detecting MVP in plant material]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka — Bulletin of Kyiv National Taras Shevchenko University*, 1(73), 56–60 [in Russian].
  - Crowther, J. R. (1995) *ELISA. Theory and practice*. N.Y.: Hamana Press [in English].
  - Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevoho opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniia)* [Technique of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. (3<sup>th</sup> ed.). Moskva: Ahropromizdat [in Russian].
  - Ermantraut, E.R., Bobro, M.A., Hoptsi, T.I. et al. (2008). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii* [Technique of scientific research in agronomy]: [tutorial]. Kharkiv: V.V. Dokuchaev Khark. Nat. Agrarian. Un-ty [in Ukrainian].
  - Tretiakov, N.N., Karnaukhova, T.V., Panichkin, L.A. et al. (1990). *Praktikum po fiziologii rastenii* [Workshop on Plant Physiology]. Moskva: Agropromizdat [in Russian].
  - Vildflush, I.R. et al. (2010) *Ahrokhimia. Praktikum: ucheb. posobie dlia studentov vysshikh uchebnykh zavedenii po agronomicheskim spetsialnostiam* [Agrochemistry. Workshop: Tutorial for students of higher educational institutions on agronomic specialties]. Professors I.R. Vildflush, S.P. Kukresh (Eds.). Minsk: IVC Minfina [in Russian].
  - Maisurian, N.A. (1970). *Praktikum po rastenievodstvu* [Workshop on crop production]. (6th ed.). Moskva: Kolos [in Russian].
  - Anisimov, B.V. (2004). *Fitopatohennye virusy i ikh kontrol v semenovodstve kartofelia* [Phytopathogenic viruses and their control in seed production of potatoes]. Moskva: FGNU Rosinformahrotekh [in Russian].

## ШКОДОЧИННІСТЬ ЦЕРКОСПОРОЗУ НА РОСЛИНАХ ЕХІНАЦЕЇ ПУРПУРОВОЇ (*ECHINACEA PURPUREA* (L.) MOENH)

О.М. Сірік, Л.А. Глущенко

Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування НААН

*Результати досліджень свідчать, що церкоспороз значно впливає на врожайність ехінацеї пурпурової — уже за ураження 6—25% рослин втрачається значна частина сировини. Внаслідок зменшення асиміляційної поверхні листків через побуріння і відмирання уражених плямами тканин знижується врожайність надземної маси — трави, а також підземних органів. Чим вищий ступінь ураження рослин, тим більшими є втрати сировини та маси надземної частини рослини. Розраховано коефіцієнт шкодо-дочинності від 0,8 до 1,7% на кожен відсоток розвитку хвороби. Доведено необхідність розробки як профілактичних, так і екстрених заходів для зниження втрат якості та врожаю сировини ехінацеї пурпурової від церкоспорозу.*

**Ключові слова:** *Echinacea purpurea* (L.) Moenh, церкоспороз, хвороба, шкодочинність, коефіцієнт, ураження.

Численні захворювання лікарських рослин зумовлено різноманітними чинниками. Симптоми захворювань також значно різняться, серед яких слід навести: плями на стеблах і листових пластинках, наліт на поверхні надземних і підземних органів, плями та гнилі тощо. Рослини, уражені хворобою, значно знижують рівень асиміляційної активності, у них спостерігається порушення транспірації і роботи судинної системи, відмирання органів та загибель. Хворі рослини не можуть нормально продукувати і накопичувати органічні речовини первинного і вторинного метаболізму, що відображається на кількості і якості отримуваної продукції — лікарської рослинної сировини [1].

Шкодочинність багатьох захворювань лікарських рослин є доволі значною — це і втрати врожаю сировини, насіння, зниження вмісту біологічно-активних речовин, а іноді і повна загибель рослин. Крім того, існує прихована шкодочинність захворювань, характерна переважно для багаторічних культур, яка спричиняє зниження імунітету та ослаблення рослин і, зрештою, їх загибель за стресових умов довкілля, зокрема за тривалого впливу високих чи низьких температур, посухи тощо.

Лікарські рослини уражуються хворобами, викликаними збудниками різних груп патогенів, найчисленнішою з них є міксоміцети [2].

Вивчення шкідливості грибних захворювань лікарських культур має велике значення, оскільки саме цим визначається необхідність розроблення та вжиття заходів захисту рослин, особливо тих видів, які вирощуються на значних площах у різних ґрунтово-кліматичних умовах України. Зокрема, рослини, які є донорами кількох видів лікарської рослинної сировини (трави, кореневищ з коренями), становлять незначну частку в переліку лікарських культур. Проте такі культури є лідерами за обсягами площ вирощування.

Серед них і ехінацея пурпурова (*Echinacea purpurea* (L.) Moenh) — інтродукт, що походить з Північної Америки. В Україні культивується як лікарська рослина з 1945 р. Культура займає одне із провідних місць в лікуванні захворювань людини та тварин і є джерелом отримання різноманітних біологічно-активних речовин для хіміко-фармацевтичної промисловості [3, 4].

До переліку популярних лікарських і профілактичних засобів входить понад 40 препаратів, що містять сировину ехінацеї пурпурової чи її біологічно-активні сполуки. Препарати, як і лікарська рос-

линна сировина, мають імуностимулювальну, імуномодельную, протизапальну, ранозагоювальну, бактерицидну дію та застосовуються за різних захворювань [5, 6]. Широко використовується ехінацея і у ветеринарній практиці та кормовиробництві, харчовій, косметичній та лікєро-горілчаній промисловості. Вирощують її також як чудовий медонос і декоративну рослину. Попит на сировину ехінацеї пурпурової — кореневища з коренями, траву та суцвіття сприяє розширенню площ, зайнятих під культурою, особливо у межах господарств середніх та дрібних товаровиробників.

Тривале вирощування ехінацеї пурпурової на одних і тих самих площах, необґрунтоване розширення зайнятих культурою площ та недотримання технології вирощування часто спричиняє появу спалахів захворювань, особливо церкоспорозу (*Cercospora rudbeckia* Sacc.). Захворюваність на церкоспороз може спричиняти зниження врожайності та якості сировини на 15–30%, а за епіфітотії ці цифри зростають в рази [7].

У доступних інформаційних джерелах не наводиться відомостей щодо впливу уражень церкоспорозом на ріст і розвиток рослин ехінацеї пурпурової. Відсутні також і відомості щодо втрат урожаю сировини, спричинених цим захворюванням. Церкоспороз для багатьох сільськогосподарських культур є небезпечною хворобою, яка порушує найважливіші фізіологічні процеси в рослині та впливає на накопичення вторинних метаболітів. Наприклад, втрати врожаю овочевих культур від церкоспорозу можуть становити до 75%. Тому метою наших досліджень було оцінити шкодочинність церкоспорозу та вплив ступеня ураженості хворобою на врожайність сировини ехінацеї пурпурової.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили у 2012 та 2016 рр. на дослідних полях відділу технології вирощування лікарських культур Дослідної станції лікарських рослин ІАП НААН у с. Березоточа Полтавської обл.

Обліки на ураження рослин церкоспорозом здійснювали у фазу сходів, бутоні-

зації, цвітіння, кількість уражених рослин і ступінь ураженості визначали у відсотках [8].

Шкодочинність хвороби визначали шляхом порівняння біометричних показників росту та продуктивності хворих і здорових рослин ехінацеї пурпурової другого року вегетації.

Коефіцієнт шкодочинності визначали за формулою:

$$K = \frac{Y_x}{B}, \quad (1)$$

де  $Y_x$  — зниження врожайності хворих рослин порівняно з контролем, %,  $B$  — розвиток хвороби, % [9].

У фазу розвиненої розетки здійснювали етикетування рослин відповідно до ступеня ураженості. Рослини кожної групи збирали окремо і за групами проводили облік врожаю, визначали його структуру [9].

Хімічні аналізи сировини на вміст діючих речовин проводили згідно з методичними рекомендаціями Державної фармакопеї України (ДФУ) та Європейської фармакопеї (ЄФ) [5, 6, 10].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Під час проведення досліджень щодо шкодочинності церкоспорозу на ехінацеї пурпуровій було відзначено тенденцію до зниження деяких біометричних показників росту і розвитку рослин унаслідок зростання ступеня ураженості хворобою.

Характерною ознакою ураження рослин ехінацеї церкоспорозом була затримка її росту. Чим більшим був ступінь ураження листової поверхні, тим нижчими були рослини (рис. 1). Якщо за незначного ураження висота рослини порівняно з неушкодженими зменшувалася незначною мірою, то за сильного — на третину (33,3%). Як свідчать отримані дані, у 2012 р. кількість сформованих суцвіть значною мірою залежала від ступеня ураження рослини церкоспорозом, тоді як у 2016 р. істотної різниці між варіантами не спостерігалося — за слабого і сильного ураження їх кількість була вдвічі меншою порівняно зі здоровими рослинами (табл. 1).





Рис. 1. Розвиток рослин ехінацеї пурпурової за різного ступеня ураження церкоспорозом

Таблиця 1

Вплив церкоспорозу на формування надземної маси ехінацеї пурпурової

| Ступінь ураження, % | Кількість суцвіть, од. |      |         |               | Висота рослини, см |      |         |               |
|---------------------|------------------------|------|---------|---------------|--------------------|------|---------|---------------|
|                     | роки досліджень        |      |         | % до контролю | роки досліджень    |      |         | % до контролю |
|                     | 2012                   | 2016 | середнє |               | 2012               | 2016 | середнє |               |
| 0–5                 | 40,6                   | 24,8 | 32,7    | —             | 1,12               | 1,29 | 1,2     | —             |
| 6–25                | 24,0                   | 11,0 | 17,5    | 53,5          | 1,10               | 1,09 | 1,1     | 91,7          |
| 26–50               | 23,6                   | 11,6 | 17,6    | 53,8          | 1,02               | 0,78 | 0,9     | 75,0          |
| 50–75               | 14,4                   | 10,6 | 12,5    | 38,2          | 0,81               | 0,89 | 0,8     | 66,7          |
| НІР <sub>05</sub>   | 1,4                    | 1,2  |         |               | 0,08               | 0,22 |         |               |

Отримані результати свідчать, що за розвитку церкоспорозу на рівні 6–25% кількість суцвіть зменшувалася на 46,5%, висота рослин знижувалася на 8,3%. За розвитку хвороби на рівні 26–50% кількість суцвіть знижувалася на 46,2%, а висота рослин зменшувалась на 25%. Аналогічно зменшувалася кількість суцвіть і висота рослин за розвитку хвороби на

рівні 50–75% — на 62,8 і 34,3% відповідно (табл. 1).

Негативний вплив ураження церкоспорозом на ріст і розвиток рослин ехінацеї пурпурової проявився зниженням продуктивності як надземної маси, так і коренів із кореневищами (табл. 2, 3).

Помітне зниження продуктивності коренів і кореневищ відбувається уже за

Таблиця 2

**Вплив розвитку церкоспорозу на масу коренів і кореневищ ехінацеї пурпурової**

| Ступінь ураження, % | Маса коренів і кореневищ, г |      |         |                               | Коефіцієнт шкодочинності для підземних органів, % |
|---------------------|-----------------------------|------|---------|-------------------------------|---------------------------------------------------|
|                     | роки досліджень             |      |         | % до контролю уражених рослин |                                                   |
|                     | 2012                        | 2016 | середнє |                               |                                                   |
| 0–5                 | 95,1                        | 32,4 | 63,7    | —                             | —                                                 |
| 6–25                | 50,3                        | 23,1 | 36,7    | 57,6                          | 1,7                                               |
| 26–50               | 45,0                        | 14,0 | 29,5    | 46,3                          | 1,0                                               |
| 50–75               | 40,6                        | 9,0  | 24,8    | 38,9                          | 0,8                                               |
| НІР <sub>05</sub>   | 2,1                         | 1,6  |         |                               |                                                   |

Таблиця 3

**Вплив розвитку церкоспорозу на масу надземної частини ехінацеї**

| Ступінь ураження, % | Маса трави (сирої), г |       |         |                               | Коефіцієнт шкодочинності, для надземних органів% |
|---------------------|-----------------------|-------|---------|-------------------------------|--------------------------------------------------|
|                     | роки досліджень       |       |         | % до контролю уражених рослин |                                                  |
|                     | 2012                  | 2016  | середнє |                               |                                                  |
| 0–5                 | 931,2                 | 870,0 | 600,4   | –                             |                                                  |
| 6–25                | 461,1                 | 370,0 | 415,5   | 69,2                          | 1,2                                              |
| 26–50               | 382,2                 | 320,0 | 351,1   | 58,5                          | 0,8                                              |
| 50–75               | 220,0                 | 260,0 | 240,0   | 39,9                          | 0,8                                              |
| НІР <sub>05</sub>   | 2,3                   | 2,4   |         |                               |                                                  |

розвитку хвороби на рівні 6–25%, урожайність підземних органів знижується на 43,4%, відповідно втрата маси на кожен бал ураження становить 1,7%. За розвитку хвороби на рівні 26–50% маса сировини знижувалася на 54,7% — коефіцієнт шкодочинності склав 1%; за розвитку хвороби на рівні 50–75% ці показники становили 62,1 та 0,8 % відповідно.

Маса надземної частини рослини знижувалася на 31,8% за розвитку хвороби на рівні 6–25%, коефіцієнт шкодочинності становив 1,2%. За розвитку хвороби на рівні 26–50% втрата маси надземної частини становила 42,5%, а коефіцієнт шкодочинності — 0,8%. За розвитку хвороби на рівні 50–75% ці показники становили 61,1 та 0,8% відповідно (табл. 3).

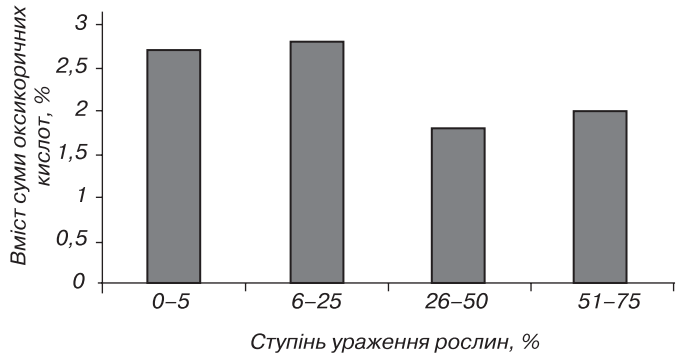
Так, церкоспороз істотно впливає не лише на продуктивність, а й на якість сировини, зокрема на вміст у ній біологічно-активних речовин. Було відзначено тенденцію до зниження вмісту суми оксикоричних кислот у сировині підземних органів (корені і кореневища) ехінацеї пурпурової — хворі рослини містили її на 26–34% менше порівняно зі здоровими.

За ураження рослин ехінацеї пурпурової церкоспорозом на рівні 50% і більше сировина підземних органів стає не придатною для використання у фармацевтичній промисловості, оскільки вміст оксикоричних кислот у сировині не відповідає вимогам ДФУ, згідно з якими він має становити не менше 2,5% (рис. 2).

## ВИСНОВКИ

Церкоспороз на рослинах ехінацеї пурпурової є однією із небезпечних хвороб. Виявлено чітку залежність кількості суцвіть, висоти рослини, маси надземної частини, вмісту оксикоричних кислот у підземних органах від ступеня ураженості рослин хворобою. Отримані дані свідчать, що чим вищий ступінь ураження, тим відчутніший негативний вплив розвитку хвороби на формування сировинної маси ехінацеї пурпурової та її якість.

Розраховано коефіцієнт шкодочинності за ступенем ураження хворобою. Так, за ступеня розвитку хвороби на рівні 25% коефіцієнт ураження становив (%): для



**Рис 2.** Вміст суми оксикоричних кислот у сировині підземних органів ехінацеї пурпурової залежно від ступеня ураженості рослин (середні показники за 2012–2016 рр.)

підземних органів — 1,7, надземних — 1,2; за рівня 50% — 1,0 і 0,8; за 75% — 0,8 і 0,8 відповідно. Тобто маса отриманої сировини знижується від 0,8 до 1,7% на кожен відсоток розвитку хвороби.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Глуценко Л.А. Поширення та шкідливість хвороб лікарських рослин / Л.А. Глуценко // Агроекологічний журнал. — 2013. — № 2. — С. 91–94.
2. Попкова К.В. Общая фитопатология / К.В. Попкова. — М.: Агропромиздат, 1989. — 399 с.
3. Мінарченко В.М. Лікарські судинні рослини України (медичне та ресурсне значення) / В.М. Мінарченко. — К.: Фітосоціоцентр, 2005. — 324 с.
4. Лекарственные растения: вековой опыт изучения и возделывания / А.Т. Горбань, С.С. Горлачева, В.П. Кривуненко и др. — Полтава: Верстка, 2004. — 230 с.
5. Державна фармакопея України. — 1-е вид. (Доповнення 2). — Х.: Науково-експертний фармакопейний центр, 2008. — 620 с.
6. Там само (Доповнення 3). — Х.: Науково-експертний фармакопейний центр, 2009. — 280 с.
7. Кобзарова В.С. Болезни и вредители эхинацеи

- пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moenh) в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси / В.С. Кобзарова, Л.И. Линник, Н.В. Войнило // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития народного хозяйства: материалы Междунар. научн. конф. (Минск, 12–15 июня 2007 г.) / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; под ред. В.Н. Решетникова. — Минск: Эдит ВВ, 2007. — Т. 2. — С. 208–210.
8. Омелюта В.П. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / В.П. Омелюта. — К.: Урожай, 1986. — 296 с.
9. Чумаков А.Б. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / А.Б. Чумаков, Т.И. Захарова. — М.: Агропромиздат, 1990. — 356 с.
10. Европейская фармакопея: в 2-х т. — 7-е изд. — М.: Ремедиум, 2011. — Т. 1. — 1812 с.

## REFERENCES

1. Hlushchenko, L.A. (2013). Poshyrennia ta shkidlyvist khvorob likarskykh roslin [Distribution and harmfulness of diseases of medicinal plants]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 91–94 [in Ukrainian].
2. Popkova, K.V. (1989). *Obshchaya fitopatologiya* [General phytopathology]. Moskova: Agropromizdat [in Russian].
3. Minarchenko, V.M. (2005). *Likarski sudynni rosliny Ukrainy (medychne ta resursne znachennia)* [Medi-

*nal vascular plants of Ukraine (medical and resource value)*. Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].

4. Gorban, A.T., Gorlacheva, S.S., Krivunenko, V.P. et al. (2004). *Lekarstvennye rasteniya: vekovoy opyt izucheniya i vozdelivaniya* [Medicinal plants: an age-old experience of studying and cultivating]. Poltava: Verстка [in Ukrainian].
5. *Derzhavna farmakopeia Ukrainy* [State Pharmacopoeia of Ukraine]. (2008). (Additions 2). Kharkiv: Naukovo-ekspertnyi farmakopeinyi tsentr [in Ukrainian].

6. *Derzhavna farmakopeia Ukrainy [State Pharmacopoeia of Ukraine]*. (2009). (Additions. 3). Kharkiv: Naukovo-ekspertnyi farmakopeinyi tsentr [in Ukrainian].
7. Kobzarova, V.S. (2007). Bolezni i vrediteli ekhinatsei purpurnoy (*Echinacea purpurea* (L.) Moenh) v Tsentralnom botanicheskom sadu NAN Belarusi [Diseases and pests of *Echinacea purpurea* (*Echinacea purpurea* (L.) Moenh) in the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus]. Proceedings from Teoreticheskie i prikladnye aspekty introduktsii rasteniy kak perspektivnogo napravleniya razvitiya narodnogo khozyaystva 7: *Mezhdunarodnain nauchnaia konferentsiia* (12–15 iyunya 2007 goda) — *International Scientific* (pp. 208–210). Minsk: Edit VV [in Russian].
8. Omeliuta, V.P. (1986). *Oblik shkidnykh i khvorob silskohospodarskykh kultur [Accounting for pests and diseases of agricultural crops]*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
9. Chumakov, A.B., Zakharova, T.I. (1990). *Vrednost bolezney selskokhozyaystvennikh kultur [Harmfulness of diseases of agricultural crops]*. Moskva.: Agropromizdat [in Russian].
10. *Yevropeyskaya farmakopeya [European Pharmacopoeia]*. (2011). (7d ed. Vols. 1, 2.). Moskva.: Remedium, 2011 [in Russian].

УДК 631.874:63186/.87:631.53.01

## ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ДІЇ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА VITERI 8-4-5

М.В. Драга, О.О. Кічігіна, Ю.О. Зацарінна, Ю.А. Цибро

*Інститут агроєкології і природокористування НААН*

Проведено лабораторні дослідження з добору оптимальних параметрів, а саме концентрацій органо-мінерального добрива Viteri 8-4-5, тривалості та способів передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур з метою покращення показників посівної якості насіння. Дослідження проводили на насінні зернових, зернобобових та круп'яних культур: пшениці ярої сорту Тризо, вівса сорту Деснянський, сої сорту Кордоба, гібридів кукурудзи ДН Вись і Збруч, гречки посівної сорту Українка. Встановлено, що найістотніший вплив на покращення посівних якостей насіння досліджуваних сільськогосподарських культур (за показником «схожість насіння») спостерігався за умов 24-годинного передпосівного замочування некондиційного насіння в 1%-й концентрації препарату. Зауважимо, що схожість насіння сої сорту Кордоба зростає на 13,5%, кукурудзи гібрида Збруч — на 10,8% порівняно з контролем.

**Ключові слова:** органо-мінеральне добриво Viteri 8-4-5, насіння сільськогосподарських культур, посівні якості, енергія проростання, схожість.

Застосування органічних добрив у сільськогосподарському виробництві є традиційним і вкрай необхідним заходом для забезпечення належного росту і розвитку вирощуваних культур та одержання високих урожаїв, оскільки погіршення якості рослинницької продукції зумовлено саме нестачею або надлишком основних поживних речовин, а також мікро- і макроелементів, що впливають на ріст і розвиток рослин

[1–4]. Так, завдяки застосуванню рідких органічних добрив урожайність зернових культур зростає на 14–18%, підвищуються стійкість до хвороб та на 1–3 класи якості насіння [5]. Науковцями ІАП НААН вивчено вплив рідких гелеподібних екстрактів з пшатиного посліду ячного та бройлерного виробництв на прикладі деяких декоративних та сільськогосподарських рослин, оброблених за різними методами — кореневе та позакореневе підживлення та обробка впродовж періоду вегетації [6].

На ринку України пропонується ціла низка ефективних препаратів для передпосівної обробки насіння, що є найдієвішим способом збагачення рослин мікроелементами, оскільки під час його проростання підвищується надходження у насінину води та розчинених мікроелементів, що містяться на її поверхні і розчиняються значно легше, ніж мікроелементи з ґрунту. Солі мікроелементів у процесі надходження у насіння активують гідроліз запасних білків, вуглеводів, жирів, реакції окислювально-відновного характеру, роблять його життєздатнішим, підвищують енергією проростання та інтенсифікують розвиток [7].

Використання екобезпечних форм органічних добрив під час вирощування сільськогосподарських культур, зокрема для передпосівної обробки насіння, сприятиме підвищенню продуктивності рослин, якості рослинницької продукції та стане запорукою на шляху до екологізації аграрного сектора.

Метою роботи було оцінити посівні якості насіння сільськогосподарських культур залежно від концентрацій та способу використання нового органічно-мінерального добрива на основі водних екстрактів тваринного походження Viteri 8-4-5.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Під час проведення досліджень застосовували інформаційно-аналітичні, лабораторні та математично-статистичні загальноприйняті методи. Визначення та оцінювання посівних якостей насіння сільськогосподарських культур проводили згідно з чинними нормативами [8, 9].

Для проведення досліджень були підібрані проби насіння зернових, зернобобових та круп'яних культур, а саме: пшениці м'якої ярої сорту Тризо, вівса сорту Деснянський, гречки посівної сорту Українка, сої сорту Кордоба, гібридів кукурудзи ДН Вись та Збрuch. Для попереднього 24-годинного замочування насіння досліджуваних культур було визначено низку концентрацій органічно-мінерального добрива Viteri 8-4-5, а саме — 1-, 2- та 3%-й розчини препарату. Як контроль використовували  $H_2O$

дистильовану. Серій досліджень — шість (біологічне повторення — шестиразове).

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами інформаційного пошуку наявних на ринку України екобезпечних препаратів, перспективних у використанні для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур, було вибрано нове органічно-мінеральне добриво, що входить до переліку препаратів, рекомендованих національним інспекційним та сертифікаційним органом у галузі органічної сертифікації «Органік Стандарт» для застосування в органічному землеробстві. Таким перспективним препаратом є комплексне органічно-мінеральне добриво на основі водних екстрактів тваринного походження Viteri 8-4-5, основною діючою речовиною якого є макроелементи (NPK) та мікроелементи у доступній для рослин формі.

Дослідження були спрямовані на оцінку та порівняльний аналіз посівних якостей насіння сільськогосподарських культур залежно від концентрацій, тривалості та способів їх передпосівної обробки препаратом Viteri 8-4-5.

В умовах лабораторного дослідження було встановлено найбільш оптимальні концентрації препарату Viteri 8-4-5, а саме — 1-, 2- та 3%-й розчини для попереднього 24-годинного замочування насіння досліджуваних культур. Згідно із попередніми результатами з використанням дистильованої води, досліджувані проби насіння характеризувались різними показниками за енергією проростання та схожістю. Так, посівна якість насіння пшениці сорту Тризо, гібрида кукурудзи ДН Вись, вівса сорту Деснянський була в межах норми за досліджуваними показниками. Натомість посівні якості насіння сої сорту Кордоба, гречки посівної сорту Українка та насіння гібрида кукурудзи Збрuch — були низкими та не відповідали чинному нормативу [9].

Для встановлення впливу комплексного органічно-мінерального добрива Viteri 8-4-5 на посівні якості насіння відібраних для експерименту сільськогосподарських культур за показником «схожість» було про-

ведено серію досліджень із 24-годинним передпосівним замочуванням насіння у концентраціях 1-, 2- та 3% препарату.

Показник схожості насіння пшениці ярої сорту Тризо був високим у всіх варіантах досліду, а його середнє значення вимірювалося у межах 95–98% (табл. 1).

Застосування органо-мінерального добрива Viteri 8-4-5 для передпосівної обробки насіння у жодній з обраних концентрацій не впливало на його схожість — різниця з контролем за даними варіантів досліду

не перевищувала значення найнижчої істотної різниці (НІР) за критерієм Фішера при використанні 5%-го рівня значущості ( $P \leq 0,05$ ).

Під час дослідження впливу органо-мінерального добрива Viteri 8-4-5 в концентраціях 1-, 2- та 3% на посівні якості вівса сорту Деснянський також не було отримано підтвердження впливу препарату на інтенсифікацію чи пригнічення процесу проростання насінини (табл. 2).

Таблиця 1

**Посівні якості насіння пшениці ярої сорту Тризо за умов 24-годинного замочування у різних концентраціях препарату Viteri 8-4-5**

| Варіант                     | Схожість насіння, % |     |     |     |     |     |                  |                        |
|-----------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------------|------------------------|
|                             | Серія досліджень    |     |     |     |     |     | Середнє значення | Різниця до контролю, % |
|                             | I                   | II  | III | IV  | V   | VI  |                  |                        |
| Контроль (H <sub>2</sub> O) | 95                  | 94  | 96  | 95  | 95  | 94  | 95*              | –                      |
| Viteri, 1%                  | 98                  | 97  | 95  | 98  | 97  | 97  | 97               | 2,1                    |
| Viteri, 2%                  | 99                  | 98  | 96  | 97  | 99  | 97  | 98               | 3,2                    |
| Viteri, 3%                  | 95                  | 96  | 95  | 96  | 97  | 94  | 96               | 1,1                    |
| HIP <sub>05</sub>           | 3,5                 | 2,7 | 1,7 | 2,3 | 2,1 | 2,7 | 2,7              | –                      |

*Примітка:* \* — якість насіння пшениці ярої сорту Тризо (репродукція I, урожай 2016 р.) відповідає нормам ДСТУ 2240-93 (норма — мінімальне значення схожості має бути не менше ніж 92%).

Таблиця 2

**Посівні якості насіння вівса сорту Деснянський за умов 24-годинного замочування у різних концентраціях препарату Viteri 8-4-5**

| Варіант                     | Схожість насіння, % |     |     |     |     |     |                  |                        |
|-----------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------------|------------------------|
|                             | Серія досліджень    |     |     |     |     |     | Середнє значення | Різниця до контролю, % |
|                             | I                   | II  | III | IV  | V   | VI  |                  |                        |
| Контроль (H <sub>2</sub> O) | 95                  | 92  | 94  | 94  | 93  | 95  | 94*              | –                      |
| Viteri, 1%                  | 97                  | 96  | 97  | 95  | 96  | 97  | 96               | 2,1                    |
| Viteri, 2%                  | 96                  | 94  | 94  | 95  | 94  | 96  | 95               | 1,1                    |
| Viteri, 3%                  | 93                  | 94  | 94  | 95  | 92  | 95  | 94               | –                      |
| НІР <sub>05</sub>           | 2,3                 | 2,6 | 2,5 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,7              | –                      |

*Примітка:* \* — якість насіння вівса сорту Деснянський (репродукція II, урожай 2016 р.) відповідає нормам ДСТУ 2240-93 (норма — мінімальне значення схожості має бути не менше ніж 92%).



Таблиця 3

**Посівні якості насіння гречки посівної сорту Українка за умов 24-годинного замочування  
у різних концентраціях препарату Viteri 8-4-5**

| Варіант                     | Схожість насіння, % |     |     |     |     |     |                     |                           |
|-----------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------|---------------------------|
|                             | Серія досліджень    |     |     |     |     |     | Середнє<br>значення | Різниця до<br>контролю, % |
|                             | I                   | II  | III | IV  | V   | VI  |                     |                           |
| Контроль (H <sub>2</sub> O) | 88                  | 91  | 90  | 88  | 89  | 87  | 89*                 | –                         |
| Viteri, 1%                  | 90                  | 91  | 90  | 89  | 90  | 89  | 90                  | 1,1                       |
| Viteri, 2%                  | 90                  | 91  | 89  | 91  | 88  | 87  | 89                  | -                         |
| Viteri, 3%                  | 87                  | 90  | 90  | 88  | 87  | 87  | 88                  | –1,1                      |
| НІР <sub>05</sub>           | 1,6                 | 1,5 | 2,6 | 2,3 | 1,8 | 2,3 | 1,8                 | –                         |

*Примітка:* \* – якість насіння гречки посівної сорту Українка (репродукція II, урожай 2016 р. ) не відповідає нормам ДСТУ 2240-93 (норма – мінімальне значення схожості має бути не менше ніж 92%).

За показником «схожість насіння» дані дослідних варіантів були у межах контролю.

У таблиці 3 наведено дані досліджень впливу органо-мінерального добрива Viteri 8-4-5 у концентраціях 1-, 2- та 3% на посівні якості насіння гречки посівної сорту Українка.

Для експерименту вибрали зразок насіння гречки, посівна якість якого за показником «схожість» була дещо нижчою за мінімальну допустиму норму згідно з чинним нормативом (89% порівняно з мінімальною нормою 92%) [9].

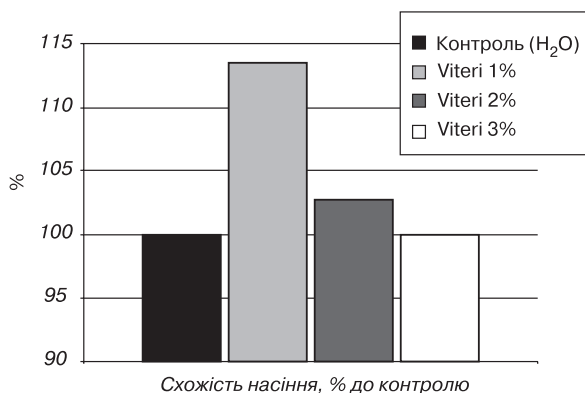
Згідно з усередненими даними за результатами шести серій досліджень, внаслідок застосування препарату Viteri 8-4-5 в 1-, 2- та 3%-й концентраціях для передпосівного замочування насіння гречки посівної сорту Українка не було зафіксовано вірогідного впливу на його схожість (табл. 3).

Унаслідок застосування препарату Viteri 8-4-5 в 1%-й концентрації спостерігався позитивний вплив на схожість насіння сої сорту Кордоба порівняно з контролем (рис. 1). За впливу препарату у концентраціях 2 та 3% схожість насіння достовірно не збільшувалась. Слід зауважити, що для цього експерименту було пі-

дібрано зразок насіння сої, посівна якість якого за показником «схожість» становила 37%, що на 46,3% менше від мінімально допустимої норми (80%) [9].

Підвищення посівної якості сої за показником «схожість» на 13,5% порівняно з контрольним варіантом, за дії 1%-вої концентрації препарату, для цього зразка є істотним та свідчить про можливість застосування Viteri 8-4-5 за розведення 10<sup>-2</sup> (у 1%-й концентрації) для передпосівного замочування насіння.

Можна припустити, що застосування препарату Viteri 8-4-5 для передпосівної



**Рис. 1.** Схожість насіння сої сорту Кордоба за умов 24-годинного замочування у різних концентраціях препарату Viteri 8-4-5, % до контролю (усереднені дані)

Таблиця 4

**Посівні якості насіння гібрида кукурудзи ДН Вись за умов 24-годинного замочування у різних концентраціях препарату Viteri 8-4-5**

| Варіант                     | Схожість насіння, % |     |     |     |     |     |                  |                        |
|-----------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------------|------------------------|
|                             | Серія досліджень    |     |     |     |     |     | Середнє значення | Різниця до контролю, % |
|                             | I                   | II  | III | IV  | V   | VI  |                  |                        |
| Контроль (H <sub>2</sub> O) | 94                  | 95  | 95  | 96  | 94  | 95  | 95*              | –                      |
| Viteri, 1%                  | 98                  | 97  | 98  | 98  | 97  | 98  | 98               | 3,2                    |
| Viteri, 2%                  | 95                  | 96  | 96  | 97  | 96  | 96  | 96               | 1,1                    |
| Viteri, 3%                  | 96                  | 95  | 97  | 94  | 95  | 96  | 96               | 1,1                    |
| НІР <sub>05</sub>           | 2,9                 | 2,3 | 2,0 | 1,5 | 2,3 | 2,6 | 2,9              | –                      |

*Примітка:* \* – якість насіння гібрида кукурудзи ДН Вись (F1, урожай 2016 р.) відповідає нормам ДСТУ 2240-93 (норма – мінімальне значення схожості має бути не менше ніж 92%).

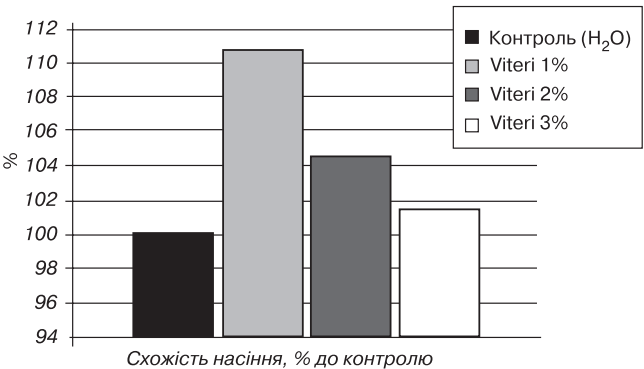
обробки насіння сої матиме ефективний вплив саме для партій насіння з пониженою здатністю до проростання, тим самим підвищуючи його кондиційність.

Було проведено серію експериментів з визначення впливу різних концентрацій препарату Viteri 8-4-5 на посівні якості насіння гібрида кукурудзи ДН Вись. Встановлено, що застосування препарату Viteri 8-4-5 в 1%-й концентрації сприяло підвищенню схожості насіння гібрида кукурудзи ДН Вись до 98% порівняно з 95% у контрольному варіанті, тобто схожість підвищилась на 3,2% (табл. 4).

У варіантах з передпосівним замочуванням насіння у концентраціях препарату 2 та 3% за показником «схожість» різниця даних дослідних варіантів порівняно з контролем не перевищувала значення найменшої істотної різниці за критерієм Фішера при рівні значущості  $P \leq 0,05$ , тобто передпосівна обробка насіння препаратом у таких розведеннях не зумовлювала вірогідних змін показників дослідних варіантів.

Було проведено серію експериментів з визначення впливу різних концентрацій препарату Viteri 8-4-5 на посівні якості насіння гібрида кукурудзи Збруч. Для цього експерименту вибрали зразок насіння гібрида кукурудзи, посівна якість якого за показником «схожість» була значно нижчою за мінімальну допустиму норму згідно з нормативом (65% порівняно з мінімальною нормою 92%) [9].

За впливу препарату Viteri 8-4-5 у 1%-й концентрації, за умов 24-годинного передпосівного замочування, зафіксовано підвищення посівної якості зерна гібрида кукурудзи Збруч на 10,8% порівняно з контрольним варіантом (рис. 2). У варіантах з передпосівним замочуванням



**Рис. 2.** Схожість насіння гібрида кукурудзи Збруч за умов 24-годинного замочування у різних концентраціях препарату Viteri 8-4-5, % до контролю (усереднені дані)

насіння у концентраціях препарату 2 та 3% спостерігалася тенденція до збільшення схожості насіння.

Отримані дані свідчать про особливу ефективність застосування цього органо-мінерального добрива для насіння, що потребує заходів з підвищення посівних якостей відповідно до чинних нормативів.

### ВИСНОВКИ

Доведено, що оптимальною концентрацією органо-мінерального добрива Viteri 8-4-5 для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур за умов

його 24-годинного замочування була 1%-ва концентрація препарату.

Обґрунтовано, що органо-мінеральне добриво Viteri 8-4-5 в 1%-й концентрації сприяє істотному підвищенню схожості некондиційного насіння сої та кукурудзи, а саме: схожість насіння сої Кордоба за дії органо-мінерального добрива зростала на 13,5%, насіння гібрида кукурудзи Збруч — на 10,8% порівняно з контролем.

Для кондиційного (за показниками посівної якості) насіння сільськогосподарських культур застосування препарату для передпосівної обробки є неефективним.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Зінченко О.І. Рослинництво: підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; за ред. О.І. Зінченка. — К.: Аграрна освіта, 2003. — 591 с.
2. Органічні та мікробіологічні добрива на службі врожаю Вінниччини / А.О. Павліченко, І.Я. Пелех, В.І. Пасічник та ін. — Вінниця: ТОВ «Планер», 2010. — 42 с.
3. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології: навч. посіб. / М.Я. Бомба, Г.Т. Періг, С.М. Рижук та ін. — К.: Урожай, 2003. — 400 с.
4. Кобзаренко В.І. Методика польового і вегетаційного дослідів / В.І. Кобзаренко, В.Ф. Волобуєва, І.В. Сєрьогіна та ін. — М.: МСХА, 2004. — 44 с.
5. Плотніков В.В. Застосування нового рідкого добрива вітазім на озимій пшениці / В.В. Плотніков, О.В. Корнійчук, О.О. Чернелівська // Агроном. — 2011. — № 2. — С. 26–29.
6. Морфологічні характеристики кімнатних деко-

ративних рослин за впливу рідких органо-мінеральних добрив / Н.А. Корнілова, О.І. Мінералов, Л.В. Вагалюк, Н.Л. Колесник // Агроекологічний журнал. — 2015. — № 4. — С. 80–84.

7. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва (рекомендації) / Б.С. Носко, В.П. Патики, О.Г. Тараріко та ін. — К.: Аграрна наука, 1999. — 111 с.
8. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002. — [Чинний від 01.01.2014]. — К.: Держспоживстандарт України, 2003. — 173 с. — (Національні стандарти України).
9. Насіння сільськогосподарських культур, сортові та посівні якості. Технічні умови: ДСТУ 2240-93. — [Чинний від 01.07.1994]. — К.: Держстандарт України, 1994. — 74 с. — (Національні стандарти України).

### REFERENCES

1. Zinchenko, O.I., Salatenko, V.N. & Bilonozhko M.A. (2003). *Roslynnytstvo: pidruchnyk [Crop production: a textbook]*. Kyiv: Agrarna osvita [in Ukrainian].
2. Pavlichenko, A.O., Peleh, I.Ya. & Pasichnyak, V.I. (2010). *Organichni i mikrobiologichni dobryva na sluzhbi vrozhayu Vinnychyny [Organic and microbiological fertilizers at the service of the Vinnytsya Region crop]*. Vinnitsa: Ltd. «Planer» [in Ukrainian].
3. Bomba, M.Ya. Perig, G.T. & Ryzhuk, S.M. (2003). *Zemlerobstvo z osnovamy gruntovnavstva, agrokhimiyi ta agroekologiyi: navchalnyi posibnyk [Agriculture with the basics of soil science, agrochemistry and agroecology: teaching. Manual]*. Kyiv: Urozhay [in Ukrainian].
4. Kobzarenko, V.I., Volobuyeva, V.F. & Seryogina, I.V. (2004). *Metodyka polovogo i vegetatsynogo doslidiv [Method of field and vegetative experiments]*. Moskva: MCSA [in Russian].

5. Plotnikov, V.V., Korniyuchuk, O.V. & Chernelivska, O.O. (2011). *Zastosuvannya novogo ridkogo dobryva Vitazym na ozymiy pshenytsi [Application of new liquid fertilizer Vitazym on winter wheat]*. *Agronom — Agronom*, 2, 26–29 [in Ukrainian].
6. Kornilova, O.N., Mineralov O.I., Vagalyuk, N.L. & Kolesnyk, N.L. (2015). *Morfologichni kharakterystyky kimnatnykh dekorativnykh roslin za vplyvu ridkykh organo-mineralnykh dobryv [Morphological characteristics of indoor ornamental plants for the influence of liquid organo-mineral fertilizers]*. *Agroecologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 4, 80–84 [in Ukrainian].
7. Nosko, B.S., Patyka, V.P. & Tarariko O.G. (1999). *Shlyakhy pidvyschennya rodyuchosti gruntiv u suchasnykh umovakh silskogospodars'kogo vyrobnytstva (rekomentatsiyi) [Ways to improve soil fertility in modern agricultural production conditions (recommendations)]*. Kyiv: Agrarna nauka [in Ukrainian].

8. Nasinnya silskogospodars'kykh kultur. Metody vyznachennya yakosti [Seeds of agricultural crops. Methods of determination of quality]. (2003). DSTU 4138-2002 from 1<sup>st</sup> January 2004. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].

9. Nasinnya silskogospodars'kykh kultur. Sortovi ta posivni yakosti. Tekhnichni umovy [Seeds of agricultural crops. Varietal and sowing qualities. Specifications (1994). DSTU 2240-93 from 1<sup>st</sup> July 1994. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].

УДК 546.4:636.084/085:636.211

## НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ (РЬ І Сd) У ЯЛОВИЧИНІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ В РАЦІОНАХ ТРИТИКАЛЕ З ЛЮПИНОМ

І.М. Савчук<sup>1</sup>, О.П. Мельничук<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут сільського господарства Полісся НААН

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

*Розроблено варіанти зерносумішей для відгодівлі молодняку великої рогатої худоби в ІІІ зоні радіоактивного забруднення з уведенням до їх складу різних доз тритикале. Установлено, що концентрація свинцю в продукції була значно меншою від ГДК, тоді як рівень забруднення яловичини та печінки кадмієм перевищував нормативні вимоги, відповідно — у 9,8–14,6 та 2,3–3,1 раза. Заміна у складі зерносуміші 20% (за масою) дерті пшениці на аналогічну кількість дерті тритикале для відгодівлі бугайців сприяє значно меншому нагромадженню і переходу свинцю та кадмію в яловичину, відповідно — на 32,0 і 0,30% (абсолютних) та 24,3 і 9,6% (абсолютних).*

**Ключові слова:** бугайці, концентрація, свинець, кадмій, найдовший м'яз спини, печінка, тритикале, раціон.

Сучасні темпи розвитку сільського господарства супроводжуються негативним впливом на навколишнє природне середовище забруднювачів техногенного походження [1, 2]. Наслідки Чорнобильської катастрофи спричинили забруднення значних територій зони Полісся продуктами радіоактивного розпаду — ця проблема є доволі актуальною і на сьогодні [3, 4].

Не менш важливим залишається питання забруднення цієї території важкими металами, такими як свинець, кадмій, мідь і цинк. Указані хімічні елементи та їх сполуки є найбільш токсичними, оскільки вони не руйнуються у ґрунт та воді, а мігрують трофічним ланцюгом: «ґрунт → рослина (корм) → тварина → продукція → людина», спричиняючи приховані негативні зміни в загальному обміні речовин у організмі

людини, тварин [5, 6]. Зрештою, сукупна дія <sup>137</sup>Cs та важких металів призводить до активації патогенетичних механізмів, а також до гострих та хронічних інтоксикацій тваринного і людського організмів.

Тому надзвичайно актуальними є наукові дослідження щодо накопичення важких металів у продуктах тваринництва, у т.ч. в яловичині, на виробництві якої спеціалізуються сільськогосподарські підприємства і господарства різних форм власності зони Полісся. До того ж у цій зоні масово використовуються для годівлі тварин зернові концентрати місцевого виробництва [7, 8].

Мета роботи — дослідити вміст важких металів у кормах, вирощених у певних біогеоценозах, тваринницькій продукції за раціонами годівлі бугайців з різним складом зерносумішей та визначити їх вплив на екологічну якість продукції.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальні дослідження на відгодівельних бугайцях української чорно-рябої молочної породи проводили на території фізіологічного двору Інституту сільсько-го господарства Полісся НААН в умовах прив'язного утримання тварин. Тривалість порівняльного та дослідного періодів становила — 21 та 153 доби відповідно.

Згідно зі схемою досліду, відгодівельний молодняк І (контрольної) групи отримував господарський раціон, який складався із силосу кукурудзяного, сіна злакового, зерноsumіші № 1 та солі кухонної. Тваринам ІІ та ІІІ (дослідних) груп, окрім кормів основного раціону, згодовували зерноsumіші № 2 і 3 відповідно (табл. 1).

У склад зерноsumішей для годівлі молодняку великої рогатої худоби були введені зернові концентрати власного виробництва, вирощені в ІІІ зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС (с. Грозине Коростенського р-ну Житомирської обл.): пшениця, люпин, тритикале, овес.

Тип годівлі тварин — силосно-концентратний. У структурі кормового раціону бугайців за поживністю концентровані корми становили 34,34–34,40%, грубі — 9,78–9,79 та соковиті корми — 55,82–55,87%.

Підготовку зразків рослинного та тваринного походження для встановлення у їх складі важких металів здійснювали методом сухої мінералізації [9], аналіз — на атомно-абсорбційному спектрометрі «Квант-2А» [10].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Як свідчать дані наукових досліджень [11], з продуктами тваринного походження до організму людини надходить 13–25% важких металів від загальної кількості їх накопичення, а внаслідок споживання продукції рослинництва — 75–87%. Токсичні хімічні елементи, що надходять в організм людини та тварин (з їжею, кормом), виводяться з нього повільно. В організмі важкі метали акумулюються окремими органами та тканинами. Тому рослинна продукція та корми, які вирощувалися навіть на відносно чистих чи мало забруднених ними ґрунтах, можуть стати джерелом надходження важких металів у організм у надмірній кількості і негативно впливати на обмін речовин.

Проведеними дослідженнями встановлено, що в кормах, які були використані для відгодівлі бугайців упродовж експерименту, вміст Pb був незначним і не перевищував ГДК (табл. 2). Проте найбільший вміст елемента спостерігався у сіні злаковому (1,434 мг/кг, що менше від ГДК на 71,3%). Уміст Cd у зерноsumіші № 2 перевищував гранично допустиму концентрацію на 18,0%, а в зерноsumіші № 3 був на рівні ГДК (0,300 мг/кг).

Додавання до основного раціону годівлі тварин зерноsumішей різного складу супроводжувалось перерозподілом рівнів важких металів у їхній продукції (табл. 3).

За результатами проведених досліджень встановлено, що у продуктах забою бугай-

Таблиця 1

Склад зерноsumішей для годівлі піддослідних тварин, % за масою

| Інгредієнти | Групи                           |                     |                      |
|-------------|---------------------------------|---------------------|----------------------|
|             | I — контрольна (зерноsumіш № 1) | II (зерноsumіш № 2) | III (зерноsumіш № 3) |
| Пшениця     | 40                              | 20                  | —                    |
| Тритикале   | —                               | 20                  | 40                   |
| Люпин       | 35                              | 35                  | 35                   |
| Овес        | 25                              | 25                  | 25                   |
| Всього      | 100                             | 100                 | 100                  |

Таблиця 2

Концентрація важких металів у кормах, мг/кг натурального корму

| Важкі метали | ГДК | Корми              |              |            |       |       |
|--------------|-----|--------------------|--------------|------------|-------|-------|
|              |     | силос кукурудзяний | сіно злакове | зерноsumіш |       |       |
|              |     |                    |              | № 1        | № 2   | № 3   |
| Pb           | 5,0 | 0,581              | 1,434        | 0,300      | 0,279 | 0,249 |
| Cd           | 0,3 | 0,051              | 0,138        | 0,235      | 0,354 | 0,300 |

Таблиця 3

Концентрація Pb у раціонах і продуктах забою бугайців

| Групи бугайців       | Концентрація Pb             |                  |                        |       | Коефіцієнт переходу, % |
|----------------------|-----------------------------|------------------|------------------------|-------|------------------------|
|                      | середньо-добовий раціон, мг | продукція, мг/кг | ± до контрольної групи |       |                        |
|                      |                             |                  | мг/кг                  | %     |                        |
| Найдовший м'яз спини |                             |                  |                        |       |                        |
| I (контрольна)       | 19,04                       | 0,181±0,082      | –                      | –     | 0,95                   |
| II                   | 18,98                       | 0,123±0,047      | –0,058                 | –32,0 | 0,65                   |
| III                  | 18,90                       | 0,177±0,078      | –0,004                 | –2,8  | 0,94                   |
| ГДК                  | –                           | 0,50             | –                      | –     | –                      |
| Печінка              |                             |                  |                        |       |                        |
| I (контрольна)       | 19,04                       | 0,305±0,037      | –                      | –     | 1,60                   |
| II                   | 18,98                       | 0,265±0,008      | –0,040                 | –13,1 | 1,40                   |
| III                  | 18,90                       | 0,269±0,025      | –0,036                 | –11,8 | 1,42                   |
| ГДК                  | –                           | 0,60             | –                      | –     | –                      |

ців усіх дослідних груп акумуляція Pb була значно нижчою від ГДК (0,50–0,60 мг/кг). До того ж концентрація цього важкого металу у найдовшому м'язі спини молодняку дослідних груп порівняно з контрольними аналогами знизилась на 0,004–0,058 мг/кг, або на 2,8–32,0%.

Аналогічна закономірність спостерігалася і щодо накопичення Pb у печінці. Так, у цьому органі тварин уміст цього елемента вимірювався у межах 0,265–0,305 мг/кг, що не перевищує нормативні вимоги. Проте внаслідок заміни у складі зерноsumіші 20–40% (за масою) дерті пшениці на відповідну кількість (за масою) дерті тритикале концентрація Pb у печінці знизилася

на 0,036–0,040 мг/кг, або на 11,8–13,1% порівняно з годівлею молодняку зерноsumішшю № 1.

Коефіцієнти переходу Pb із раціонів у найдовший м'яз спини та печінку варіювали у межах 0,65–0,95 та 1,40–1,60% і були нижчими на 0,01–0,30 та 0,18–0,20% (абсолютних) у бугайців дослідних груп порівняно з контролем відповідно.

Кількість Cd, що надходила до організму молодняку ВРХ за відгодівлі тварин різними (досліджуваними) зерноsumішами, була значно нижчою, ніж Pb, і становила 2,267–2,592 мг/добу (табл. 4).

За результатами досліджень можна констатувати, що концентрація Cd у про-



Таблиця 4

**Уміст Cd у раціонах і продуктах забою бугайців**

| Групи бугайців       | Концентрація Cd             |                  |                        |       | Коефіцієнт переходу, % |
|----------------------|-----------------------------|------------------|------------------------|-------|------------------------|
|                      | середньо-добовий раціон, мг | продукція, мг/кг | ± до контрольної групи |       |                        |
|                      |                             |                  | мг/кг                  | %     |                        |
| Найдовший м'яз спини |                             |                  |                        |       |                        |
| I (контрольна)       | 2,267                       | 0,645±0,322      | –                      | –     | 28,4                   |
| II                   | 2,592                       | 0,488±0,249      | –0,157                 | –24,3 | 18,8                   |
| III                  | 2,445                       | 0,731±0,349      | +0,086                 | +13,3 | 29,9                   |
| ГДК                  | –                           | 0,05             | –                      | –     | –                      |
| Печінка              |                             |                  |                        |       |                        |
| I (контрольна)       | 2,267                       | 0,923±0,082      | –                      | –     | 40,7                   |
| II                   | 2,592                       | 0,689±0,410      | –0,234                 | –25,4 | 26,6                   |
| III                  | 2,445                       | 0,877±0,044      | –0,046                 | –5,0  | 35,9                   |
| ГДК                  | –                           | 0,30             | –                      | –     | –                      |

дуктах забою відгодівельних тварин була значно вищою від ГДК (0,05 і 0,30 мг/кг відповідно). Так, цей показник у найдовшому м'язі спини та печінці тварин був вищим за нормативні вимоги у 9,8–14,6 та 2,3–3,1 раза відповідно.

Слід наголосити, що концентрація Cd у м'ясі та печінці виявилася найнижчою у молодняку II групи — на 0,488 та 0,689 мг/кг відповідно. У бугайців цієї групи вміст Cd у найдовшому м'язі спини та печінці був нижчим на 24,3–33,2 та 21,4–25,4% відповідно, ніж у аналогів із інших піддослідних груп.

Коефіцієнти переходу Cd в яловичину та печінку були високими — 18,8–29,9 та 26,6–40,7% відповідно. Проте найнижчим цей показник був у бугайців II групи (18,8 і 26,6% відповідно), що менше від аналогів із інших груп на 9,6–11,1 і 9,3–14,1% (абсолютних).

Отже, важкі метали акумулюються у тваринницькій продукції у різній кількості залежно від спожитого ними корму. До того ж їх накопичення в організмі молодняку

ВРХ є значно нижчим, ніж надходження з кормами раціону.

**ВИСНОВКИ**

Розроблено збалансовані раціони для відгодівлі молодняку ВРХ з додаванням до складу зерносумішей замість дерті пшениці різних доз дерті тритикале (% за масою): зерносуміш № 1 (пшениця — 40, люпин — 35, овес — 25); зерносуміш № 2 (пшениця — 20, тритикале — 20, люпин — 35, овес — 25); зерносуміш № 3 (тритикале — 40, люпин — 35, овес — 25).

Установлено, що концентрація Pb у продукції була значно нижчою за ГДК, тоді як рівень забруднення яловичини та печінки Cd перевищував нормативні вимоги у 9,8–14,6 та 2,3–3,1 раза відповідно. Заміна у складі зерносуміші 20% (за масою) дерті пшениці на аналогічну кількість дерті тритикале для відгодівлі бугайців у III зоні радіоактивного забруднення сприяє значно меншому нагромадженню і переходу Pb та Cd в яловичину — на 32,0 і 0,30% (абсолютних) та 24,3 і 9,6% (абсолютних) відповідно.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Буцяк В.І. Міграція солей свинцю та цинку в системі ґрунт – рослина залежно від комбінованого впливу та концентрації / В.І. Буцяк, І.М. Кур'як, Г.А. Буцяк // Екологія: вчені у вирішенні проблем науки, освіти і практики: зб. доп. учасн. Міжнар. наук.-практ. конф. (Житомир, 23–25 трав. 2007 р.) — Житомир, 2007. — С. 99–102.
2. Muller Mario. Distribution of cadmium in the food chain (Soil – plant – human) of a cadmium exposed area and the health risks of the general population / Mario Muller, Anke Manfred // *Sci Total Environ.* — 1994. — Vol. 156, No. 2. — P. 151–158.
3. Славов В.П. Зооекологія: підручник / В.П. Славов, М.П. Високо́с. — Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 2011. — 480 с.
4. Савчук І.М. Експериментальне обґрунтування годівлі тварин з метою зниження переходу  $^{137}\text{Cs}$  та важких металів у молоко і м'ясо в зоні радіоактивного забруднення: дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.02.02 / І.М. Савчук. — Житомир, 2008. — 371 с.
5. Буцяк В.І. Екологічний моніторинг ведення тваринництва у біохімічних провінціях / В.І. Буцяк, Р.Й. Кравців, Г.А. Буцяк. — Львів: Папірус, 2005. — 254 с.
6. Савчук І.М. Виробництво тваринницької продукції в зоні техногенного навантаження / І.М. Савчук, Ю.І. Савченко, М.Г. Савченко. — Житомир: Рута, 2014. — 372 с.
7. Карпюк Н.А. Радіоекологічна оцінка різнотипових раціонів при виробництві яловичини в умовах Полісся України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / Н.А. Карпюк. — Житомир, 2016. — 21 с.
8. Савченко Ю.І. Концентрація Pb і Cd у свинині за використання в раціонах різних зерносумішей / Ю.І. Савченко, І.М. Савчук, М.Г. Савченко // Вісник аграрної науки. — 2016. — № 5. — С. 21–24.
9. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов: ГОСТ 26929-94. — К.: Госстандарт Украины, 1997. — 16 с.
10. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов: ГОСТ 30178-96. — Минск: ИПК стандартов, 1997. — 12 с.
11. Булавкіна Т. Важкі метали в кормах для свиней / Т. Булавкіна // Тваринництво України. — 1998. — № 6. — С. 24–25.

## REFERENCES

1. Butsiak, V.I., Kurliak, I. M., & Butsiak, H. A. (2007). Migrants of lead and zinc salts in the soil-plant system depending on the combined effect and concentration]. *Ecology: scientists in solving problems of science, education and practice '07: Mizhnar. nauk.-prakt. konf., 23–25 trav.* — *International Scientific and Practical Conference.* (pp. 99–102). Zhytomyr [in Ukrainian].
2. Muller, Mario, & Manfred, Anke (1994). Distribution of cadmium in the food chain (Soil – plant – human) of a cadmium exposed area and the health risks of the general population, *Sci Total Environ.* — 156, 2, 151–158 [in English].
3. Slavov, V.P., & Vysokos, M.P. (2011). *Zooeekologia: pidruchnyk [Zooecology: textbook]*. Zhytomyr: ZhDU im. I. Franka [in Ukrainian].
4. Savchuk, I.M. (2008). Eksperymental'ne obhruntuvannya hodivli tvaryn z metoiu znyzhennia perekhodu  $^{137}\text{Cs}$  ta vazhkykh metaliv u moloko i m'iaso v zoni radioaktyvnoho zabrudnennia [Experimental basis for feeding animals in order to reduce the transition of  $^{137}\text{Cs}$  and heavy metals to milk and meat in the area of radioactive contamination]. *Extended abstract of Doctor's thesis.* Zhytomyr [in Ukrainian].
5. Butsiak, V.I., Kravtsiv, R.Y., & Butsiak, H.A. (2005). *Ekologichnyy monitoring vedennia tvarynnystva u biokhimichnykh provintsyakh [Ecological monitoring of livestock in biochemical provinces]*. L'viv: Papirus [in Ukrainian].
6. Savchuk, I.M., Savchenko, Yu.I., & Savchenko, M.H. (2014). *Vyrobnnytstvo tvarynnyst'koi produktsii v zoni tekhnogennoho navantazhennia [Production of livestock products in the zone of man-caused loading]*. Zhytomyr: Ruta [in Ukrainian].
7. Karpiuk, N.A. (2016). Radioekologichna otsinka riznotypovykh ratsioniv pry vyrobnytstvi yalovychnyn v umovakh Polissia Ukrainy [Radioecological assessment of different types of rations in the production of beef in the conditions of the Polissya of Ukraine]. *Extended abstract of Candidate's thesis.* Zhytomyr [in Ukrainian].
8. Savchenko, Yu.I., Savchuk, I.M., & Savchenko, M.H. (2016). Kontsentratsiya Pb i Cd u svynyni za vykorystannia v ratsionakh riznykh zernosumishey [Concentration of Pb and Cd in pork for use in rations of various grain mixtures]. *Visnyk aharnoi nauky — Journal of Agricultural Science*, 5, 21–24 [in Ukrainian].
9. Сырье и продукты пishchevyie. Podgotovka prob. Mineralizatsiya dlya opredeleniya soderzhaniya toksichnykh elementov [Raw materials and food products. Preparation of samples. Mineralization to determine the content of toxic elements]. (1997). *HOST 26929–94.* Kiev: Gosstandart Ukrainy [in Russian].
10. Сырье и продукты пishchevyie. Atomno — absorbtionnyy metod opredeleniya toksichnykh elementov [Raw materials and food products. Atomic Absorption Method for Detecting Toxic Elements]. (1997). *HOST 30178–96.* Minsk: IPK standartov [in Russian].
11. Bulavkina, T. (1998). Vazhki metaly v kormakh dlia svynei [Heavy metals in feed for pigs]. *Tvarynnystvo Ukrainy — Livestock Ukraine* 6, 24–25 [in Ukrainian].

# БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

УДК 502.172:502.211(477.83)

## ФІТОСОЗОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ГІДРОЕКОСИСТЕМ НПП «ПІВНІЧНЕ ПОДІЛЛЯ»

В.В. Коніщук<sup>1</sup>, В.М. Баточенко<sup>2</sup>, Г.П. Паньковська<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Національний природний парк «Північне Поділля»

Обґрунтовано, що територія НПП «Північне Поділля» є унікальною за фітосоцологічним значенням екосистемою — три види рослин (*Cochlearia pyrenaica* DC., *Sesleria caerulea* (L.) Ard., *Spiranthes atrovirens* (M. Bieb.) Spreng.) в Україні трапляються лише тут, місцезростання яких нами були підтверджені у 2017 р. У НПП «Північне Поділля» відзначено нові екотопи видів рослин Червоної книги України: *Utricularia intermedia* Hayne, *U. minor* L., *Salix lapponum* L., *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó, *D. majalis* (Rchb.) P.F. Hunt et Summerhayes. Виявлено частину видів Червоної книги України, які наведено в літературних джерелах. Проаналізовано перелік регіонально рідкісних рослин Львівської обл. Наведено 10 фітоугруповань Зеленої книги України. Представлено рідкісні водно-болотні типи природних середовищ Бернської конвенції. Після додаткових досліджень, до четвертого видання Червоної книги України ми рекомендуємо включити такі уразливі, рідкісні, зникаючі види рослин флори водно-болотних угідь і торфовищ НПП «Північне Поділля»: *Drosera rotundifolia* L., *Lathyrus palustris* L., *Ophioglossum vulgatum* L., *Veratrum lobelianum* Bernh., *Lotus uliginosus* L., *Eriophorum gracile* Koch, *Parnassia palustris* L., *Triglochin palustre* L., *Blasium compressum* (L.) Panz. ex Link.

**Ключові слова:** фітосоціономія, Червона, Зелена книги України, гідрогеліфіти, Національний природний парк «Північне Поділля», Львівська обл.

Національний природний парк (НПП) «Північне Поділля» створено Указом Президента України № 156 від 10.02.2010 р. на територіях Бродівського, Буського та Золочівського районів Львівської обл. Розміщується на площі 15587,92 га, у т.ч. у постійне користування НПП «Північне Поділля» відведено 5434,4 га землі [1]. Територія парку охоплює частину Голігир та Вороняків, що спільно з Розточчям, Кременецькими горами формують пн.-зх. край Подільської височини, низькогірні пасма, яким характерні долинно-балкові форми рельєфу. Переважна частина території розміщується в межах абсолютних висот 250–460 м над рівнем моря. Парк розташовується у найбільш горбистій і лісистій частині горбогірного пасма. Тут проходить Головний

європейський вододіл, де бере початок р. Західний Буг (басейн Балтійського моря) і витікають ріки басейну Чорного моря — Стир, Серет, Іква; налічується чимало малих річок, струмків, витоків і джерел (понад 35 водотоків). Унікальними є Голубі Вікна (Синє Вікно, Голуба криниця) — карстові озера (джерела, воронки).

За фізико-географічним районуванням територія НПП «Північне Поділля» — це Мале Полісся (північна частина) і Західно-подільська височинна область, Розточко-Опільська горбогірна область (південна частина) Західноукраїнського краю широколистоїсової вологої теплої зони Східноєвропейської рівнинної ландшафтної країни [2]. Гідрографічна мережа території є доволі розвиненою у поєднанні із високим рівнем лісистості. За геоботанічним зону-

ванням територія відноситься до Західного Лісостепу Північного Поділля.

Надзвичайну наукову цінність території становить співіснування рослин різного походження: західноєвропейського, середземноморського, азійського та північного. Флора парку налічує понад 1600 видів — майже третину видів рослин України. Територією проходять межі ареалів лісових едифікаторів (бук, сосна), а також бореальних і неморальних елементів флори, наявність яких у складі угруповань зумовлює їхню самотність, унікальність і, відповідно, високу природоохоронну (екосозологічну) цінність.

Рослинність, флору Північного Поділля досліджували як вітчизняні, так і зарубіжні вчені (W. Szafer, W. Besser, J. Panek, J. Motyka, Z. Podbielkowski, С. Зелінка, Б. Заверуха, Л. Балашов, О. Кагало, І. Михалюк, В. Баточенко, О. Кузярін та ін.) [3–5]. Дослідження вищої водної флори та рослинності Північного Поділля обумовлено, в основному, розвитком ботанічних досліджень на Волино-Поділлі загалом. Перші ботанічні дослідження Поділля розпочалися наприкінці XVIII ст. Їх результатом стали фундаментальні флористичні праці, опубліковані В. Бессером, А. Завадським. У дослідженні вищої водної, болотної флори і рослинності Північного Поділля можна виділити такі періоди: I-й — XVIII–XIX ст.; II-й — перша половина XX ст. (довоєнний); III-й — друга половина XX ст. — 1990 р.; IV-й — сучасний період (кінець XX — початок XXI ст.) [5].

Мета роботи — наукове обґрунтування, оптимізація екологічного менеджменту гідрогелофітів охоронного статусу.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В основу публікації увійшли матеріали Звіту науково-дослідної роботи «Фітосозологічний аналіз гідроекосистем НПП «Північне Поділля» [6]. Об'єкт дослідження — раритетна компонента флори і рослинності гідроекосистем, водно-болотних угідь, торфовищ НПП «Північне Поділля». Предмет дослідження — аналіз стану популяцій, місцезростань видів рослин і фітоце-

нозів різного охоронного статусу. Методи дослідження — геоботанічні описи, фітосозологічний аналіз, бібліографічний огляд, експедиції, рекогносцирування, камеральна обробка. Терміни, поняття, латинські та українські назви таксонів флори наведено згідно із загальноприйнятими джерелами [7–9].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Рослинний покрив НПП «Північне Поділля» представлено лісовою, лучно-степовою, лучно-болотною й водною рослинністю. Найбільш трансформованим типом рослинності парку є болотні угруповання. У регіоні вони збереглися лише в заплавах річок, де сформувалися евтрофні болота й переважають осоково-різнотравні фітоценози. Мезотрофні болота трапляються лише фрагментарно. Найбільші за розмірами болотні масиви розташовуються у верхів'ях річок Верещиця (Розточчя), Західний Буг (Вороняки) і Стир (Мале Полісся). У їх рослинному покриві переважають ценози осокових боліт (формації *Cariceta appropinquatae*, *C. nigrae*, *C. rostratae*, *Glycerieta maximae*, *Phragmiteta australis* та ін.). Генезис заплавних боліт Поділля обумовлено впливом Вюрмського зледеніння. Унаслідок танення льодовика відбувалося підтоплення прохідних долин, а після зниження рівня води, у процесі епейрогенічного підняття території, озера та підтоплені береги річок поступово заростали, формувалися болота. Болотні екосистеми сприяли збереженню низки реліктів (*Tofieldia calyculata*, *Pinguicula vulgaris*, *Swertia perennis* та ін.) та древніх ценотичних утворень, зокрема угруповань з домінуванням *Cladium mariscus subsp. mariscus*. У час голоценового кліматичного оптимуму до їх складу увійшли види флороченотичного комплексу середньоевропейських карбонатних боліт (*Schoenus ferrugineus*, *Carex davalliana*, *C. paniculata*, *C. hostiana* та ін.). Деякі з них формують фрагменти моно- й олігодомінантних угруповань на східній межі ареалу.

Болотна рослинність заплав нині зазнає складних трансформацій унаслідок осу-

шувальної меліорації, розпочатої у другій половині XIX ст. Постмеліоративні зміни рослинності відбуваються настільки інтенсивно, що без вжиття спеціальних заходів, спрямованих на її збереження, вона може незворотно деградувати. Про значну трансформацію екотопу свідчать, наприклад, зміни фізико-хімічних властивостей торфових ґрунтів під різними угрупованнями в ряді постмеліоративної сукцесії — нами зафіксовано тріщини осушених торфовищ (шириною до 0,5 і глибиною до 2,0 м).

Найбільше боліт налічується у пониззі річкових долин. Болота на Північному Поділлі — заплавні, трав'яні, серед яких переважають очеретяні. Болотна рослинність невеликих локалітетів — це переважно евтрофні, рідше мезо- та оліготрофні ценози. Значні площі займають обводнені осокові та осоково-гіпнові болота. Основу травостою осокових боліт становлять осоки — *Carex chordorrhiza* L., *C. acutiformis*, *C. davalliana* Sm.; осоково-гіпнових — *Carex rostrata* Sokes, *C. vesicaria* L. та ін. У моховому покриві таких боліт переважають дрепаноклад відвернутий (*Drepanocladus revolvens* Hedw.) і кампілій зірчастий (*Campylium stellatum* (Hedw.) Lange et C.E.O. Jensen). На менш обводнених болотах переважають осокові, хвощово-осокові та осоково-гіпнові угруповання. На осокових болотах зростають *Carex acutiformis*, *C. rostrata* Sokes, рідше — *Carex acuta*. У моховому покриві переважає калієргон серцелистий (*Calliergon cordifolium* (Hedw.) Kindb. Заплавні луки розміщуються на лучних і лучно-болотних ґрунтах. У травостої переважають злаки, на більш зволжених ділянках — осоки. На торфоболотистих ґрунтах зростають формації *Poeta palustris*, *Cariceta gracilis*, *Cariceta paniceae*.

Водна рослинність є типовою для Поділля і Південного Полісся. Переважають космополітні види із широким ареалом (очерет, рогіз, ряска, жабурник, елодея тощо). Раритетні водні ценози в регіоні концентруються у мілководних стоячих або слабопроточних водоймах природного чи штучного походження та в прибережній зоні річок.

Конспект раритетного фіторізноманіття вищих судинних рослин Поділля налічує 484 види, які належать до 214 родів, 73 родин та 5 відділів, що становить 24,6% від їх загальної кількості (1962 види) і 79,2% від загальної кількості червонокнижних видів судинних рослин України (611 видів) [5]. Раритетне фіторізноманіття вищих судинних рослин Північного Поділля включено до: 1) Червоного списку МСОП (2004 р.) — 8 видів; 2) Європейського червоного списку (1991 р.) — 13; 3) Конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (Берн, 1979 р.) — 15; 4) Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої флори і фауни, що перебувають під загрозою зникнення (CITES, Вашингтон, 1973 р.) — 38; 5) Червоної книги України (2009 р.) — 169; 6) переліку регіонально рідкісних видів, взятих під охорону в адміністративних областях на території Поділля — 327 видів.

За критеріями охорони рідкісні види можна поділити на такі групи: 1) релікти; 2) ендеміки; 3) погранично-ареальні, що зростають: а) на східній; б) південній; в) південно-східній та г) на північній межах ареалу; 4) види, чисельність яких зменшується внаслідок порушення людиною біотопів, у яких вони зростають, або через масове знищення (декоративні, лікарські). У вищій водній флорі Північного Поділля налічується 29 созофітів різного рівня, статусу охорони. Серед них — один рідкісний (*Aldrovanda vesiculosa*), один — зникаючий (*Caldesia parnassifolia*), 12 уразливих, два — перебувають на критичній межі зникнення (*Potamogeton alpinus* Balb., *Cladium mariscus*), 13 — під загрозою зникнення. За таксономічним поділом вони відносяться до двох відділів, трьох класів, 13 порядків та 18 родин [5].

Розглянуто аутфітосоцологічну характеристику гідроєкосистем і торфовищ НПП «Північне Поділля». Види переліку CITES (Конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення, м. Вашингтон, 1973 р.): *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó, *D. incarnata* (L.) Soó, *Dactylorhiza maculata*



(L.) Soó, *D. majalis* (Reichenb.) P.F. Hunt et Summerhayes, *D. traunsteineri* (Saut. ex Rchb.) Soó, *Liparis loeselii* (L.) Rich., *Epipactis palustris* (L.) Crantz, *Coeloglossum viride* (L.) C. Hartm. та інші орхідні. Види додатку № 1 Конвенції про збереження дикої фауни і флори та природних середовищ у Європі (м. Берн, 1979 р.): *Ligularia sibirica* Cass., *Liparis loeselii* (L.) Rich., *Saxifraga hirculus* L. Види Червоної книги Міжнародного союзу охорони природи (IUCN): *Pinguicula bicolor* Wołoszczak. Після створення НПП «Північне Поділля», О.О. Кагало [3] наводить 82 види судинних рослин Червоної книги України. За літературними даними (Червона книга України, 2009 р.) [7], на території парку і прилеглих територіях налічується 78 рідкісних та зникаючих видів вищих судинних рослин: *Hyperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Botrychium matricariifolium* W.D.J. Koch, *B. multifidum* (S.G. Gmel.) Rupr., *B. virginianum* (L.) Sw., *Galanthus nivalis* L., *Leucojum vernalis* L., *Carex davalliana* Smith, *C. hostiana* DC., *C. obtusata* Liljebl., *C. umbrosa* Host, *Cladium mariscus* (L.) Pohl, *Schoenus ferrugineus* L., *Crocus heuffelianus* Herb., *Gladiolus imbricatus* L., *Iris sibirica* L., *Juncus subnodulosus* Schrank, *Lilium martagon* L., *Anacamptis coriophora* (L.) R.M. Bateman, Pridgeon et M.W. Chase, *A. morio* (L.) R.M. Bateman, Pridgeon et M.W. Chase, *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce, *C. longifolia* (L.) Fritsch., *C. rubra* (L.) Rich., *Coeloglossum viride* (L.) C. Hartm., *Corallorhiza trifida* Chatel., *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó, *D. incarnata* (L.) Soó, *D. traunsteineri* (Saut. ex Rchb.) Soó, *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Besser, *E. helleborine* (L.) Crantz, *E. palustris* (L.) Crantz, *E. purpurata* Smith, *Goodyera repens* (L.) R.Br., *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br., *Liparis loeselii* (L.) Rich., *Listera ovata* (L.) R.Br., *Malaxis monophyllos* (L.) Sw., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Neottianthe cucullata* (L.) Schlechter, *Orchis purpurea* Huds., *Platanthera bifolia* (L.) Rich., *P. chlorantha* (Cust.) Rchb., *Spiranthes amoena* (M. Bieb.) Spreng., *Sesleria caerulea* (L.) Ard., *Stipa pennata* L., *Tofieldia calyculata* (L.) Wahlenb., *Carlina cirsioides* Klokov, *C. ono-*

*pordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. Et Pawł., *Ligularia sibirica* Cass., *Senecio besserianus* Minder., *Betula humilis* Schrank, *Cochlearia pyrenaica* DC., *Lunaria rediviva* L., *Schivereckia podolica* (Besser) Andr. ex DC., *Dianthus pseudoserotinus* Blocki, *Chamaecytisus albus* (Hacq.) Rothm., *C. blockianus* (Pawł.) Klask., *C. paczoskii* (V. Krecz.) Klask., *C. podolicus* (Blocki) Klask., *Lathyrus laevigatus* (Waldst. et Kit.) Fritsch, *Trifolium rubens* L., *Swertia perennis* L., *Dracocephalum austriacum* L., *D. ruyschiana* L., *Pinguicula bicolor* Wol., *P. vulgaris* L., *Pedicularis sceptrum-carolinum* L., *Adonis vernalis* L., *Pulsatilla grandis* Wender., *P. patens* (L.) Mill., *Thalictrum foetidum* L., *Rhamnus tinctoria* Waldst. et Kit., *Rosa czackiana* Besser, *Salix starkeana* Willd., *Saxifraga granulata* L., *S. hirculus* L., *Scopolia carniolica* Jacq., *Staphylaea pinnata* L., *Daphne cneorum* L. Частина місцезростань цих видів нами була підтверджена влітку 2017 р. (у переліку позначено «\*»), а частина — ні, тому необхідно проводити подальші дослідження з інвентаризації раритетної компоненти флори парку. У 2017 р. у межах НПП «Північне Поділля» нами виявлено нові місцезростання видів рослин Червоної книги України (2009 р.): *Utricularia intermedia* Hayne, *U. minor* L., *Salix lapponum* L. (у крайній південній точці, диз'юктивно ареальне місцезростання виду на рівнинній частині України), *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó, *D. majalis* (Rchb.) P.F. Hunt et Summerhayes (частина квітів має біле забарвлення — альбіноси).

Перелік регіонально рідкісних рослин Львівської обл. офіційно затверджено у 2003 р. (Додаток № 2 до рішення обласної ради від 2 грудня 2003 р. № 193) — всього 259 видів [9]. У НПП «Північне Поділля» зафіксовано регіонально рідкісні види: *Salix lapponum* L., *S. myrsinifolia* Salisb., *Ophioglossum vulgatum* L., *Pyrola media* Sw., *Hylotelephium ruprechtii* (Jalas) Tzvel., *Festuca polesica* Zapal., *Trollius europaeus* L., *Ceratophyllum submersum* L., *Nymphaea alba* L., *N. candida* J. Pres, *Carex hostiana* DC., *Potentilla alba* L., *Iris sibirica* L., *Hottonia palustris* L., *Lycopodium clavatum* L., *Drosera rotundifolia* L., *Lemna gibba* L.,



*Polemonium caeruleum* L., *Scorzonera purpurea* L., *Thelypteris palustris* Schott, *Equisetum hyemale* L., *Veratrum nigrum* L. та ін. Варто уточнити, що цей перелік уже застарів, і деякі види пізніше були включені до Червоної книги України (*Dianthus pseudoserotinus* Blocki, *Utricularia minor* L., *U. intermedia* Наупе). Деякі види характеризуються як тривіальні, адвентивні (*Acorus calamus* L.) і проявляють інвазійність (*Stratiotes aloides* L.), тому на регіональному рівні охорони не потребують.

На нашу думку, охорони і фоновий моніторинг потребують такі регіонально рідкісні види НПП «Північне Поділля»: вужачка звичайна, молодило руське, аспленій, ситник пониклий, перстач білий, валеріана цілолиста, пухівка багатоквіткова і струнка, чемериця чорна і Лобеля, скорзона пурпурова, грушанка середня, первоцвіт, сонцепвіт, фітеума куляста, купальниця європейська, верба розмаринолиста, синюха голуба, ожина шорстка, білозір звичайний, бліснус стиснутий, тризубець болотний, лядвенець болотний, чина болотна, латаття біле і сніжно-біле, глечики жовті та ін.

На синекологічному рівні офіційний статус охоронних мають фітоценози Зеленої книги України (2009 р.) [8]. У НПП «Північне Поділля» охороняються фітоугруповання, рослинні асоціації гідроєкосистем і боліт:

1) Угруповання формації берези низької (*Betuleta humilis*). Асоціації: гіпново-низькоберезова (*Betuletum (humilis) hypnosum*), чорноосоково-низькоберезова (*Betuletum (humilis) caricosum (nigrae)*). Рідкісний тип асоційованості домінантів, де береза низька є реліктовим видом, на південній межі ареалу. Основу травостою становлять борельні болотні, лучно-болотні види, а саме: осоки — чорна, пухнастоплода, дерниста, просовидна, кунічніки — сіруватий, непомітний, вербозілля звичайне та ін.

2) Угруповання формації іржавосашниково-гіпнової (*Schoenetum (ferruginei)-Hypneta*). Асоціації: іржавосашниково-гіпнова (*Schoenetum (ferruginei) hypnosum*), молінієво-іржавосашниково-гіпнова (*Molinieta*

(*caeruleae*)-*Schoenetum (ferruginei) hypnosum*), очеретово-іржавосашниково-гіпнова (*Phragmiteto (australis)-Schoenetum (ferruginei) hypnosum*). Ці асоціації спостерігаються на карбонатних евтрофних болотах (у т.ч. осушених) у заплавах невеликих річок. Умови зволоження — середні. Шар торфу — 1–3 м, торфи характеризуються як драговинні, рН 6–7. Домінант основного під'ярусу (сашник іржавий) є середньо-європейським видом рідкісної групи карбонатних боліт. В Україні розміщуються на східній межі ареалу. На обводнених ділянках розріджений (15–25%) під'ярус створює очерет південний, а на підсушених — молінія голуба. Фітоценоз поступово трансформується в іржавосашниково-молінієві, осокові угруповання.

3) Угруповання формації меч-трави болотної (*Cladieta marisci*). Асоціації: болотно-мечтравова чиста (*Cladietum marisci purum*), гостровидно-осоково-болотно-мечтравова (*Cladietum (marisci) caricosum (acutiformis)*), іржавосашниково-болотно-мечтравова (*Cladietum (marisci) schoenosum (ferruginei)*), очеретово-болотно-мечтравова (*Cladietum (marisci) phragmitosum (australis)*). Карбонатні болота утворилися в обводнених заплавах невеликих річок та реліктових долинах. Шар торфу — неглибокий (1–2 м), драговинний, рН 6–7. Угрупованням характерно острівне поширення. У разі осушення трансформуються в угруповання сашника, в подальшому — дрібних осок.

4) Угруповання формації осоки вологистої (*Cariceta paniculatae*). Асоціації: гіпново-вологистоосокова (*Caricetum (paniculatae) hypnosum*), гіпново-жовтоосоково-вологистоосокова (*Caricetum (paniculatae) et flavae hypnosum*). Болота розміщуються на схилах пагорбів уздовж водотоків і в місцях виходу на поверхню ґрунтових вод. Зволоження — значне, вода нерідко стоїть у зниженнях між купинами осоки вологистої. Шар торфу — неглибокий (30–100 см), переважно драговинний. Рідкісні для України угруповання із середземноморсько-центральноєвропейським видом — осокою вологистою концентруються на пд.-сх. межі ареалу. Деревних, чагарни-

кових ярусів майже немає через значну вологість екоотопу, чагарнички трапляються поодинокі. Травостій щільний.

5) Угрупування формації осоки Девелла (*Cariceta davallianae*). Асоціації: гіпново-девеллоосокова (*Caricetum (davallianae) hypnosum*), девеллоосокова чиста (*Caricetum davallianae purum*). Карбонатні евтрофні болота, які формуються в заплавах невеликих річок або улоговинах з помірним зволоженням та неглибоким (1–2 м) шаром торфу із рН 6–7. Рідкісні угруповання, характерні для Середньої і Атлантичної Європи, Середземномор'я, на території України зростають на східній межі поширення. Основу флористичного ядра становлять лучні та лучно-болотні види з широкими ареалами, до їх складу входять центральноєвропейські види.

6) Угрупування формації водопериці черговоквіткової (*Myriophylleta alterniflori*). Асоціації: зануренокуширово-черговоквітково-водоперицева (*Myriophylletum (alterniflori) ceratophyllosum (demersi)*), напівзануренокуширово-черговоквітково-водоперицева (*Myriophylletum (alterniflori) ceratophyllosum (submersi)*), черговоквітково-водоперицева чиста (*Myriophylletum alterniflori purum*). Поширюються у мезотрофних і евтрофних прісноводних проточних, рідше непроточних водоймах, з нейтральною або слабкислою реакцією середовища, незначним поверхневим упродовж року коливанням рівня води, піщаними, мулистими-піщаними і мулисто-щебнистими донними відкладами, з товщею води 50–100 (150) см. Також у заплавах водоймах, старицях, рукавах, затоках річок, водосховищах. Біотоп: непроточні і проточні прісноводні водойми мезотрофного і евтрофного типу, зона занурених прикріплених водних макрофітів. Едифікатор на південній межі ареалу із плурізональними видами.

7) Угрупування формації глечиків жовтих (*Nuphareta luteae*). Асоціації: напівзануренокуширово-жовтоглечикова (*Nupharetum (luteae) ceratophyllosum (submersi)*). Зростають в евтрофних прісноводних слабопроточних, рідше непроточних водоймах з потужними

піщаними, мулисто-піщаними і мулистими донними відкладами і товщею води 100–150 (200) см, з нейтральною або слабкислою реакцією середовища, помірним поверхневим впродовж вегетації коливанням рівня води. Також в озерах, затоках річок, рукавах, старицях, водосховищах, ставках, старих кар'єрах, меліоративних каналах.

8) Угрупування формації латаття білого (*Nymphaeeta albae*). Асоціації: напівзануренокуширово-білолататтєва (*Nymphaeetum (albae) ceratophyllosum (submersi)*). Поширюється в евтрофних прісноводних непроточних або слабо проточних водоймах з нейтральною або слаболужною реакцією середовища, на ділянках з товщею води 50–170 (250) см, піщано-мулистими, мулистими і мулисто-торф'янистими із значною домішкою детриту донними відкладами та незначним поверхневим впродовж року коливанням рівня води. Також у заплавах озер, старицях, рукавах, водосховищах, ставках, занедбаних меліоративних каналах. Біотоп: непроточні і слабо проточні прісноводні водойми евтрофного типу, зона прикріплених з плаваючими листками водних макрофітів.

9) Угрупування формації латаття сніжно-білого (*Nymphaeeta candidae*). Асоціації: напівзануренокуширово-сніжнобілолататтєва (*Nymphaeetum (candidae) ceratophyllosum (submersi)*). Поширюється в евтрофних прісноводних слабо проточних водоймах з нейтральною або слабкислою реакцією середовища, незначним поверхневим упродовж вегетації коливанням рівня води, мулисто-торф'янистими та мулистими донними відкладами і товщею води 60–180 (200) см. Також на прибережних ділянках русел річок, рукавів, міжозерних проток, у меліоративних каналах.

10) Угрупування формації пухирника малого (*Utricularieta minoris*). Асоціації: малопухирникова чиста (*Utricularietum minoris purum*), триборозенчаторясковомалопухирникова (*Utricularietum (minoris) lemnosum (trisulcae)*). Спостерігається у мезотрофних, мезоевтрофних та евтрофних непроточних або слабо проточних водоймах з мулисто-піщаними донними відкладами,

слабокислою або нейтральною реакцією середовища, товщею води до 10–30 (50) см та коливанням рівня води впродовж вегетації. Також в озерах, старицях, водоймах боліт, ставках, штучних водосховищах, занедбаних меліоративних каналах, у зоні вільно-плаваючих водних макрофітів.

НПП «Північне Поділля» у 2016 р. офіційно включили до Смарагдової мережі (*Emerald*) у рамках формування Пан'європейської екомережі в Україні (№ UA0000120, Pivnichne Podillia, 17033,00 ha).

У НПП «Північне Поділля» існують рідкісні водно-болотні біотопи, включені до Резолюції IV Бернської конвенції: 1220. Багаторічна рослинність кам'янистих берегів; 3130. Оліготрофні до мезотрофних непроточні (лентичні) водойми з рослинністю *Littorelletea uniflorae* та/або *Isoëto-Nanojuncetea*; 3140. Оліго-мезотрофні водойми з твердою (жорсткою) водою і бентосною рослинністю *Chara* spp.; 3150. Природні евтрофні озера з рослинністю типу *Magno-potamion* або *Hydrocharition*; 3160. Природні дистрофні озера та стави, 3260. Водотоки від рівнинних до монтанних поясів з рослинністю *Ranunculon fluitantis* та *Callitricho-Batrachion*; 3270. Мулисті береги річок з рослинністю *Chenopodion rubri* р.р. та *Bidention* р.р.; 5130. Формації з *Juniperus communis* серед пустищ або карбонатних трав'яних угруповань; 6410. Луки з *Molinia* на вапнякових, торфових або глинисто-мулових ґрунтах (*Molinion caeruleae*); 6510. Низинні викошувані луки (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*); 7110. Активні верхові (оліготрофні) болота; 7140. Перехідні трясовини та плави; 7210. Карбонатні низинні болота з *Cladium mariscus* та з видами *Caricion davallianae*; 91E0. Заплавні ліси з *Alnus glutinosa* та *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*); 91F0. Прибережні мішані ліси з *Quercus robur*, *Ulmus laevis* та *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* або *Fraxinus angustifolia* вздовж великих рік (*Ulmion minoris*).

## ВИСНОВКИ

Раритетний фітоценофонд гідрогелюфітів Північного Поділля є унікальним і

потребує активних заходів охорони. Для збереження природного фіторізноманіття гідроекосистем потрібно розширити мережу природно-заповідного фонду, організувати комплексний фітосозологічний моніторинг за станом фітосистем, на підставі даних якого вживати диференційованих заходів з охорони, репатріації, нівелювання негативного антропогенного пресингу (у т.ч. рекреаційного навантаження, резерватогенної сукцесії, постосушувальних меліорацій, евтрофікації водойм унаслідок змін клімату).

У парку існують найпотужніші генетичні резервати фітоугруповань сашника іржавого, осоки Девелла, меч-трави болотної. Багато ендемічних, реліктових, погранично-ареальних видів із різним природоохоронним статусом. У 2017 р. у межах НПП «Північне Поділля» нами виявлено нові місцезростання видів рослин Червоної книги України (2009 р.): *Utricularia intermedia* Наупе, *U. minor* L., *Salix lapponum* L. (найбільш південне, диз'юктивно ареальне місцезростання виду на рівнинній частині України), *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó, *D. majalis* (Rchb.) P.F. Hunt et Summerhayes.

У Проєкті організації розвитку території НПП «Північне Поділля» та охорони його природних комплексів необхідно передбачити комплекс стратегічних заходів з впровадження фітосозологічної концепції збалансованого розвитку гідроекосистем, водно-болотних угідь і торфовищ. Незважаючи на кластерність і віддаленість заповідних ділянок, першочерговим залишається отримання акта на всі землі парку, а також проведення зонування.

Для подальшого вивчення рослин, реабілітації екосистем потрібно провести наукове обґрунтування заходів. Актуальним є впровадження біотехнічних комплексів тощо. Встановлення заповідного режиму за умови збереження сітки каналів і, відповідно, дефіциту зволоження, пришвидшує процес деградації болотної рослинності. Цьому також сприятиме усунення чинників, які стримують сільватизацію (залісення), зокрема косіння, випас. Збереження цього типу фітосистем можливо лише

шляхом диференційованої охорони, тобто поєднання пасивних та активних заходів, зокрема регулювання чисельності поновлення болотних чагарників. Дуже важливим є вилучення із природно-територіальних комплексів адвентивних, рудеральних, інвазійних видів біоти, а також репатріація аборигенних зникаючих рослин.

Необхідно укласти місцеві червоні списки і вказати місцезростання рідкісних видів флори, включених до переліків вищого статусу на крупномасштабних мапах. Слід розробити електронний кадастр місцезростань рідкісних рослин із позначенням точних географічних координат за системою GPS, фоновий моніторинг екостану репрезентативних екотопів рідкісних

рослин проводити у прилеглих територіях. Рекомендуємо закласти постійні пробні площі (науково-дослідні стаціонари) для ретельного вивчення динаміки сукцесій, моніторингу популяцій рідкісних та зникаючих гідрогеліфітів, зокрема: Верхобуж, Золочівка, Кемпа, Звижень, Голубі Вікна.

Деякі осушені торфовища, зарегульовані річки потребують наукового обґрунтування щодо їх рекультивациі, реабілітації, ревайлдингу. Для здійснення повного кадастру біорізноманіття, започаткування фоновий моніторингу необхідно продовжити науково-дослідні роботи з налагодження ефективного менеджменту у сфері фіто-, екосозології, збалансованого розвитку НПП «Північне Поділля».

## ЛІТЕРАТУРА

1. НПП «Північне Поділля» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://park-podillya.com.ua/>
2. Комплексний атлас України. — К.: ДНВП «Картографія», 2005. — 96 с.
3. Природоохоронні території в минулому, сучасному й майбутньому світі (до 130-річчя створення «Пам'ятки Пеняцької» — першої природоохоронної території у Європі): матеріали II Міжнародної конференції (Львів; Броди; Пеняки, 26–27 жовтня 2016 р.). — Львів: Ліна-Прес, 2016. — 270 с.
4. Водно-болотні угіддя Поділля: монографія / [за ред. Л.С. Балашова, Л.Г. Любінської, М.Д. Матвеева та ін.]. — Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня Рута», 2014. — 220 с.
5. Михалюк І.М. Вища водна флора Північного Поділля: дис. ... канд. біол. наук / І.М. Михалюк. — Кременець, 2016. — 302 с.
6. Коніщук В.В. Звіт науково-дослідної роботи «Фітосозологічний аналіз гідроєкосистем НПП «Північне Поділля» / В.В. Коніщук — К., 2017. — 40 с.
7. Червона книга України. Рослинний світ / [за ред. Я.П. Дідуха]. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.
8. Зелена книга України / [під заг. ред. чл.-кор. НАН України Я.П. Дідуха]. — К.: Альтерпрес, 2009. — 448 с.
9. Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України / [укладачі: Т.П. Андрієнко, М.М. Перегрим]. — К.: Альтерпрес, 2012. — 148 с.

## REFERENCES

1. NPP «Pivnichne Podillya» [NPP «Northern Podillya»]. (n.d.). *park-podillya.com.ua*. Retrieved from <http://park-podillya.com.ua/> [in Ukrainian].
2. *Kompleksnyi atlas Ukrainy [Complex atlas of Ukraine]*. (2005). Kyiv: DNVP «Kartohrafiya» [in Ukrainian].
3. Pryrodookhoronni terytorii v mynulomu, suchasnomu i maibutniomu sviti (do 130-richchia stvorennia «Pamiatky Peniackoi» — pershoi pryrodookhoronnoi terytorii u Evropi) '16: II Mizhnarodna konferenciia (26–27. October 2016 r.) — 2nd international conference. Lviv: Lina-Pres [in Ukrainian].
4. Balashov, L., Liubinska, L., Matvieev, M. et al. (Eds.). (2014). *Vodno-bolotni uhiddia Podillia: monohrafiia [Wetland of Podillia: monograph]*. Kamianets-Podilskyi: TOV «Drukaria Ruta» [in Ukrainian].
5. Mykhaliuk, I.M. (2016). Vyshcha vodna flora Pivnichnoho Podillia [Higher aquatic flora of North Podillia]. *Candidate's thesis*. Kremenets [in Ukrainian].
6. Konishchuk, V.V. (2017). *Zvit naukovo-doslidnoi roboty «Fitosozologichnyi analiz hidroekosystem NPP «Pivnichne Podillia» [Report of scientific research «Phytosociological analysis of hydro ecosystems of NPP «Pivnichne Podillia»]*. Kyiv [in Ukrainian].
7. Didukh, Ya. (Ed.). (2009). *Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyi svit [Red Data Book of Ukraine. Vegetable Kingdom]*. Kyiv: Globalkonsalting [in Ukrainian].
8. Didukh, Ya. (Ed.). (2009). *Zelena knyha Ukrainy [Green Book of Ukraine]*. Kyiv: Alterpres [in Ukrainian].
9. Andriienko, T., Perehrym, M. (Eds.). (2012). *Ofitsiini pereliky rehionalno ridkisnykh Roslyn administrativnykh terytorii Ukrainy [Official lists of regional rare plants of administrative territories of Ukraine (reference book)]*. Kyiv: Alterpress [in Ukrainian].

## МОРФОБІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНІВ ЛИПИ СЕРЦЕЛИСТОЇ (*TILIA CORDATA* L.) В УМОВАХ МІСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Л.М. Тимошенко<sup>1</sup>, Р.М. Федько<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування НААН

*Виявлено закономірності зміни морфологічних і функціональних особливостей Tilia cordata L. на рівні листового апарату, пагона і всього організму в умовах міських населених пунктів Полтавської обл.: міст Лубен, Миргорода та Пирятина. Встановлено, що максимальні зміни досліджуваних параметрів у липи серцелистої спостерігаються у межах вуличних насаджень м. Лубен, що характеризується відносно високим рівнем забруднення атмосферного повітря внаслідок інтенсивнішого руху транспорту.*

**Ключові слова:** морфологічні зміни, вегетативні органи, *Tilia cordata* L., листовий апарат, міські населені пункти.

У нейтралізації і послабленні негативних впливів урбоєкосистем на людей і живу природу загалом значну роль відіграють зелені насадження. Насадження вулиць, окрім декоративно-планувальної і рекреаційної, виконують важливу захисну та санітарно-гігієнічну функції [1].

Не всі деревні рослини можуть вижити в специфічних умовах міст. Функціональне призначення дерев і кущів, які зростають в умовах постійного забруднення атмосферного повітря, ущільнення ґрунту та дії інших стресових чинників, — не просто вижити, а й зберегти високий рівень декоративності, покращувати стан навколишнього природного середовища, зокрема атмосферного повітря.

Одним із основних чинників погіршення умов зростання деревних видів в умовах густонаселених міст є забруднення атмосферного повітря [1, 2]. На території більшості міст Полтавської обл. найбільший вклад у забруднення атмосфери вносить автомобільний транспорт, частка якого як джерела емісії постійно зростає. Дерев та кущі мають високу чутливість до забруднення саме повітря. Доведено, що кислі гази зумовлюють трифазні зміни фото-

синтезу — слабе пригнічення, активне і стійке пригнічення, а також зміни хімізму дихання, що своєю чергою позначається на загальному стані рослинного організму, спричиняючи фізіологічні і морфологічні порушення.

Дослідженнями доведено, що у рослин липи серцелистої віком 20–25 років, що зростають в умовах вуличних насаджень м. Москви, інтенсивність процесу фотосинтезу є вдвічі нижчою, ніж у дерев такого самого віку, які зростають в парковій зоні. Вздовж центральних магістралей, як правило, частіше спостерігаються ослаблення і часткове всихання крон дерев як листопадних, так і хвойних порід. Через уповільнення процесу фотосинтезу у дерев і кущів, які зростають в умовах міст, знижується щорічний приріст пагонів, у кроні формуються коротші пагони. Атмосферні забруднення можуть спричинити й інші відхилення у рості і розвитку рослин, зокрема у липи можуть формуватися подвійні бруньки. У разі значних кількостей таких порушень у дерев може проявлятися мутація форми росту та інші відхилення в розвитку [3].

Слід визнати, дерева, як один із важливих чинників покращення міського середовища від забруднень, характерних урбані-



зованим територіям, самі страждають від впливу умов зростання, що проявляється ослабленням, передчасним старінням, зниженням продуктивності, ураженням хворобами, шкідниками і, зрештою, спричиняє їх загибель.

Мета дослідження — виявити морфологічні і функціональні зміни вегетативних органів липи серцелистої на рівні листового апарату, пагона і всього організму в умовах міських населених пунктів Полтавської обл. та оцінити можливості їх застосування у діагностиці забруднення атмосферного повітря, зумовленого викидами автомобільного транспорту.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом вивчення була липа серцелиста (*Tilia cordata* L.), яка широко використовується у формуванні вуличних насаджень та озелененні міст Полтавської обл. Дослідження проводили впродовж 2015–2017 рр. у межах населених пунктів області (міста — Лубни, Миргород, Пирятин) у різних типах насаджень: 1 — вуличні насадження, 2 — міські парки і сквери; 3 К — приміські зелені зони (5 км зона від меж міста).

Підрахунок кількості і встановлення частки закритих і відкритих продихів на поверхні листків проводили за допомогою мікроскопа в осінньо-зимовий період на гербарних зразках, які розмочували впродовж 24 год [4].

Для морфобіометричних досліджень з 10 модельних рослин у межах кожного із зазначених населених пунктів і в кожному типі насаджень зрізали 10 гілок за допомогою секатора на штанзі з південного боку крони дерева. Розміри пагонів вимірювали з точністю до 0,1 см, площу листка розраховували за методикою І.В. Карманової [5]. Мікроскопічне дослідження листової поверхні проводили за допомогою мікроскопа NIKON OPTIPHOT-2. Підрахунок продихів здійснювали з використанням гвинтового окуляра-мікрометра МО В-1-15<sup>х</sup>.

Життєвий стан дерев оцінювали візуально на основі визначення ступеня порушення асимілюючого апарату і крон [6]. За

такої оцінки враховується (10% = 1 бал): 1 — частка живих ( $P_1$ ) гілок у кронах дерев; 2 — ступінь облиствленості крон ( $P_2$ ); 3 — частка живих (без пошкоджень і некрозів) листків ( $P_3$ ) у кронах дерев; 4 — середня частка ( $P_4$ ) живої площі листової пластинки. Сумарну оцінку стану рослин ( $C_c$ ) кожного виду в зелених насадженнях проводили за використання 10–25 модельних дерев за формулою:

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

Максимальний показник стану дерев у нормальних насадженнях становить згідно з методом 39–40 балів.

Для інтерпретації отриманих статистичних даних використали кореляційний аналіз (метод головних компонент). Досліджували кореляції між морфологічними характеристиками дерев липи серцелистої з урахуванням інтенсивності руху автомобільного транспорту, типу насаджень.

Питому інтенсивність транспортних потоків визначали за двостороннього руху на шляхах з умовним січенням близько 9 м [7].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У літературних джерелах наводяться дані, згідно з якими в умовах забруднення атмосферного повітря одним з проявів загальної реакції-відповіді фотосинтетичного апарату на стресову ситуацію є ксерофітизація асиміляційних органів, що зумовлено пригніченням фази розтягування клітин через недостатню кількість асимілянтів і, можливо, порушенням гормональної регуляції росту рослин [3, 4].

Явище ксероморфозу у рослин липи серцелистої за умов їх зростання у міських населених пунктах Полтавської обл. проявилось збільшенням кількості продихів на 1 мм<sup>2</sup> та зниженням площі листових пластинок на пагонах річного приросту. Найсильніше серед досліджуваних варіантів указані зміни проявилися у дерев вуличних насаджень, зокрема міст Лубен та Пирятин.

В умовах міст кількість листових пластинок знижувалася максимально у при-



магістральних насаджень — на 43% порівняно з контролем (З К). Площа листових пластинок на річному пагоні була на 28% меншою в межах вуличних насаджень (табл. 1).

Крім зміни лінійних розмірів асиміляційного апарату, зафіксовано збільшення числа продихів на 1 мм<sup>2</sup> листової поверхні та збільшення частки закритих продихів, до того ж, переважно, це явище спостерігалось на листових пластинках, відібраних з рослин вуличних насаджень.

Максимально, порівняно з контролем, збільшилася кількість продихів на 1 мм<sup>2</sup> листової поверхні у деревах липи, що зростали в примігстральних посадках Лубен та Пирятина.

Збільшення кількості закритих продихів може бути захисною реакцією рослин

на високу концентрацію транспортних викидів у повітрі.

Виявлені порушення на рівні листового апарату, своєю чергою, спричиняли зниження приросту річних пагонів в умовах міста. Довжина річних пагонів липи серцелистої зменшувалася на 8,0–25,5% — у паркових насаджень і скверах і на 20,0–27,1% — у межах вуличних насаджень (рис. 1). Зміна приросту замських насаджень міст Миргорода, Пирятина та Лубен була незначною, найбільше відхилення порівняно з контролем спостерігалось у дерев вуличних насаджень Лубен.

Життєвий стан дерев замської зони був оцінений на рівні 40–39 балів. До того ж на листових пластинках не зафіксовано некрозів, хоча в кронах деяких модельних дерев відзначено незначну кількість від-

Таблиця 1

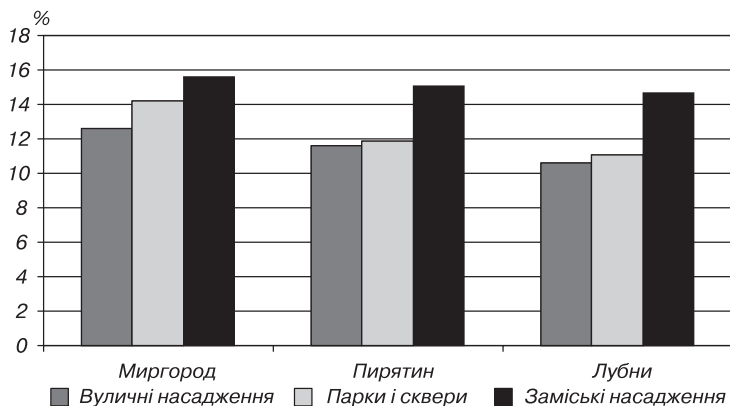
**Морфологічні параметри асиміляційного апарату (*Tilia cordata* L.) в умовах міських населених пунктів Полтавської обл. (середні показники за 2015–2017 рр.)**

| Місце збору                                                                  | Кількість листових пластинок на річному пагоні, од. | Площа листових пластинок річного пагона, см <sup>2</sup> | Маса листя річного пагона, г |                |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------|----------------|
|                                                                              |                                                     |                                                          | сира                         | повітряно-суха |
| Миргород — питома інтенсивність транспортних потоків 200–250 автомобілів/год |                                                     |                                                          |                              |                |
| 1                                                                            | 9,2±0,37                                            | 119,3±0,82                                               | 16,6±0,31                    | 3,9±0,18       |
| 2                                                                            | 11,5±0,51                                           | 121,3±0,9                                                | 17,8±0,27                    | 4,7±0,21       |
| 3 К                                                                          | 15,5±0,60                                           | 152,4±1,6                                                | 26,0±0,83                    | 8,2±0,70       |
| Середнє у місті                                                              | 12,06                                               | 131,0                                                    | 20,13                        | 5,6            |
| Пирятин — питома інтенсивність транспортних потоків 220–350 автомобілів/год  |                                                     |                                                          |                              |                |
| 1                                                                            | 9,5±0,70                                            | 116,4±0,75                                               | 16,0±0,50                    | 3,5±0,20       |
| 2                                                                            | 10,5±0,50                                           | 119,3±0,75                                               | 16,8±0,30                    | 4,5±0,20       |
| 3 К                                                                          | 14,5±0,45                                           | 150,0±2,60                                               | 25,0±1,1                     | 7,5±0,50       |
| Середнє у місті                                                              | 11,5                                                | 128,6                                                    | 19,3                         | 5,2            |
| Лубни — питома інтенсивність транспортних потоків 300–450 автомобілів/год    |                                                     |                                                          |                              |                |
| 1                                                                            | 8,0±0,60                                            | 100,5±0,55                                               | 15,0±0,20                    | 3,0±0,50       |
| 2                                                                            | 10,5±0,50                                           | 105,3±0,50                                               | 16,1±0,35                    | 4,2±0,50       |
| 3 К                                                                          | 14,0±0,50                                           | 138,0±3,50                                               | 20,0±0,9                     | 7,0±0,50       |
| Середнє у місті                                                              | 10,8                                                | 114,6                                                    | 17,0                         | 4,7            |

Таблиця 2

**Анатомічні зміни листових пластинок (*Tilia cordata* L.) в умовах міських населених пунктів  
Полтавської обл. (середні показники за 2015–2017 рр.)**

| Місце збору                                                                         | Число продихів на 1 мм <sup>2</sup><br>листової поверхні, од. | Відкриті продихи, % | Закриті продихи, % |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------|
| <i>Миргород – питома інтенсивність транспортних потоків 200–250 автомобілів/год</i> |                                                               |                     |                    |
| 1                                                                                   | 207,6±1,9                                                     | 53,2                | 46,0               |
| 2                                                                                   | 181,3±1,7                                                     | 58,0                | 42,0               |
| 3 К                                                                                 | 120,7±3,4                                                     | 60,6                | 39,4               |
| Середнє у місті                                                                     | 169,8                                                         | 53,9                | 42,5               |
| <i>Пирятин – питома інтенсивність транспортних потоків 220–350 автомобілів/год</i>  |                                                               |                     |                    |
| 1                                                                                   | 220,5±2,2                                                     | 53,5                | 46,5               |
| 2                                                                                   | 195,5±1,9                                                     | 55,4                | 44,6               |
| 3 К                                                                                 | 125,5±2,4                                                     | 60,0                | 40,0               |
| Середнє у місті                                                                     | 180,5                                                         | 56,3                | 43,7               |
| <i>Лубни – питома інтенсивність транспортних потоків 300–450 автомобілів/год</i>    |                                                               |                     |                    |
| 1                                                                                   | 231,5±3,5                                                     | 50,2                | 49,8               |
| 2                                                                                   | 215,0±2,0                                                     | 53,2                | 46,8               |
| 3 К                                                                                 | 125,1±1,8                                                     | 56,3                | 44,7               |
| Середнє у місті                                                                     | 190,5                                                         | 53,2                | 47,1               |

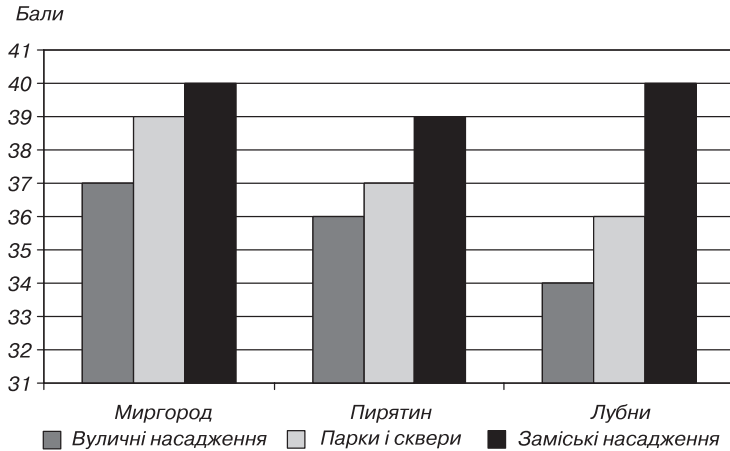


**Рис. 1.** Приріст річних пагонів *Tilia cordata* L. в умовах міських населених пунктів Полтавської обл. (середні показники за 2015–2017 рр.)

мерлих гілок, що може бути зумовлено зміною погодних умов тощо.

Результати досліджень засвідчили, що в містах, незважаючи на систематичний догляд за насадженнями, погіршується

стан дерев, зокрема підвищується частка засохлих гілок у кроні, знижується ступінь облиствленості гілок та неущокоджених листових пластинок. Пригнічення досліджуваного виду більш виражено в



**Рис. 2.** Характеристика життєвого стану (*Tilia cordata* L.) в умовах міських населених пунктів Полтавської обл. (середні показники за 2015–2017 рр.)

примагістральних насадженнях Лубен та Пирятина, дещо нижче — в інших категоріях насаджень м. Миргорода Полтавської обл. (рис. 2).

Отже, як свідчать наведені дані, насадження липи серцелистої відрізняються доволі високими показниками якісного стану, проте їх погіршення відбулося, переважно, через зниження показників  $P_2$  і  $P_3$ .

## ВИСНОВКИ

У процесі досліджень виявлено структурні зміни на рівні листового апарату і всієї рослини липи серцелистої в умовах міських населених пунктів Полтавської обл.

На рівні листового апарату зафіксовано явище ксероморфозу, що виражається

збільшенням кількості продихів на одиницю площі та частки закритих продихів.

На рівні всієї рослини змінювалася форма крони, знижувалася облиствленість гілок, погіршувалися показники їх стану.

Максимальні зміни параметрів спостерігалися в примагістральних насадженнях міст Лубен та Пирятина, для яких характерними були вищі показники питомої інтенсивності транспортних потоків — 300–450, 220–350 автомобілів/год відповідно, порівняно з Миргородом, де інтенсивність руху становила в середньому 200–250 автомобілів/год.

Виявлені морфобіологічні зміни вегетативних органів липи серцелистої в умовах міських населених пунктів Полтавської обл. можуть бути використані для фітоіндикації стану міського середовища.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Николаевский В.С. Экотоксикология и охрана природы / В.С. Николаевский. — Рига: Зинатне, 1988. — 201 с.
2. Фролов А.К. Окружающая среда крупного города и жизнь растений в нем / А.К. Фролов. — СПб.: Наука, 1998. — 328 с.
3. Николаевский В.С. Эколого-физиологические основы газоустойчивости растений / В.С. Николаевский. — М.: Наука, 1989. — 65 с.
4. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методом фитоиндикации / В.С. Николаевский. — М.: МГУЛ, 1999. — 193 с.
5. Карманова И.В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений / И.В. Карманова. — М.: Наука. — 1989. — 65 с.
6. Физиология растений. Версия 1.0. [Электронный ресурс]: метод. указ. по лаб. работам / [В.М. Голод, Н.А. Гаевский, Т.И. Голованова и др.]. — Красноярск: ИПССФУ, 2008. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM): цветн.; 12 см. — Систем. вимоги: Pentium; 32 Mb RAM; Windows 98/2000/NP/XP. — Назва з титул. екрану.
7. Лабашов О.О. Организация дорожного ruchu: навч. посіб. / О.О. Лабашов, О.В. Прасоленко. — Х.: ХДАМГ, 2011. — 221 с.

## REFERENCES

1. Nikolaevskiy, V.S. (1988). *Ekotoksikologiya i okhrana prirody* [Ecotoxicology and nature protection]. Riga: Zinatne [in Russian].
2. Frolov, A.K. (1998). *Okruzhayushchaya sreda krupnogo goroda i zhizn rasteniy v nem* [The environment of a large city and the life of plants in it]. SPb.: Nauka [in Russian].
3. Nikolaevskiy, V.S. (1989). *Ekologo-fiziologicheskie osnovy gazoustoychivosti rasteniy* [Ecological and physiological basis of gas resistance of plants]. Moskva: Nauka [in Russian].
4. Nikolaevskiy, V.S. (1999). *Ekologicheskaya otsenka zagryazneniya sredi i sostoyaniya nazemnykh ekosistem metodom fitoindikatsii* [Environmental assessment of pollution among and the state of terrestrial ecosystems by the phytindication method]. Moskva: MGUL [in Russian].
5. Karmanova, I.V. (1989). *Matematicheskie metody izucheniya rosta i produktivnosti rasteniy* [Mathematical Methods for Studying Plant Growth and Productivity]. Moskva: Nauka [in Russian].
6. Golod, V.M. et al. (Eds.). (2008). *Fiziologiya rasteniy. Versiya 1.0. [Elektronnyy resurs]: metodicheskie ukazaniya po lab. rabotam* [Plant physiology. Version 1.0. [Electronic resource]: methodical instructions on the lab. works]. Krasnoyarsk: IPSSFU. 1 elektron, opt. disk (CD-ROM). Pentium — 266; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 98/2000/NP/XP [in Russian].
7. Labashov, O.O., Prasolenko, O.V. (2011). *Praktikum z dysypliny «Orhanizatsiia dorozhnoho rukhu»*: navch. posibnyk [Practical work in the discipline «Road Traffic: Teach. manual]. Kharkiv: KhDAMG [in Ukrainian].

УДК 632.95.025.8

## ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СУЧАСНИХ ГЕРБІЦИДІВ ЗА ЇХ ВПЛИВОМ НА МЕЗОФАУНУ ҐРУНТУ

С.В. Хижняк, С.В. Поліщук, О.П. Самкова, О.П. Конопольський,  
В.М. Войціцький

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Досліджено екотоксичність гербіцидних препаратів, що відносяться до класу хлор-ацетанлідів (хлорацетамідів), методом біотестування із використанням ґрунтових черв'як *Eisenia foetida*. За результатами гострої токсичності для черв'як встановлено, що гербіцид з діючою речовиною пропізохлор та гербіцид з діючою речовиною ацетохлор (препаративна форма — концентрат емульсії) є слаботоксичними, а гербіцид із діючою речовиною метадохлор (концентрат суспензії) — безпечним для ґрунтової мезофауни. Отримані результати необхідно враховувати під час використання цих препаратів.

**Ключові слова:** агроєкосистема, гербіцид, екотоксичність, ґрунтова мезофауна, *Eisenia foetida*.

Конкурентоспроможність сільськогосподарської продукції можна досягти завдяки формуванню стійких та безпечних агроєкосистем. Хімізація землеробства спричиняє значну потенційну небезпеку як агробіоценозу, так і довкіллю, адже об-

сяги та різноманіття пестицидних препаратів невпинно зростає [1]. Альтернативою відомим методам, які надають можливість виявити деградацію ґрунтів лише за їх фактичним проявом, є методи біотестування, що уможливають оцінку токсичності та небезпечності пестицидів за використання поширеного (типового) виду організмів ґрунтової мезофауни. Пестициди, як біоло-

гічно активні речовини, можуть впливати на біоту агроєкосистем, зокрема на фауну безхребетних тварин, що відіграють важливу роль у ґрунтоутворювальному процесі [2].

Як тест-об'єкт запропоновано використовувати представника ґрунтової мезофауни — черви *Eisenia foetida* [3, 4]. Вони мають вплив на процеси розкладу та деградації рослинних та тваринних решток, мінералізації органічних речовин, регулювання повітряного та водного режимів ґрунту. Разом з тим безхребетним властивою є здатність акумулювати пестициди та інші хімічні речовини у кількостях, що значно перевищують їх уміст у ґрунті [5, 6]. Це стало передумовою для застосування земляних червів для оцінки еколого-токсикологічного впливу пестицидів. Для визначення токсичності речовин у лабораторних умовах використовують штучні субстрати (ґрунти), що забезпечує стандартні контрольовані умови для тест-об'єктів, а перемінною величиною є безпосередня токсичність досліджуваних препаратів.

Використання методів біотестування дає змогу отримати швидко реакцію живих організмів на токсичність хімічних речовин, до того ж вони прості в роботі, надійні та недорогі. На сьогодні у наукових публікаціях майже не існує даних стосовно оцінки еколого-токсикологічного впливу різних класів пестицидів на представників мезофауни ґрунту, зокрема на *E. foetida*. Актуальність і неповна вивченість цього питання, власне, і стала передумовою для проведення наших досліджень.

Метою роботи є дослідження екоотоксичності сучасних гербіцидних препаратів за їх впливом на мезофауну ґрунту з використанням *E. foetida*.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У лабораторних умовах методом біотестування визначали гостру токсичність препаратів ( $LC_{50}$ , 14 діб) та поведінкові реакції червів виду *E. foetida* за впливу низки пестицидів, що відносяться до класу хлорацетанілідів (хлорацетамідів), залежно від концентрації та часу експозиції, із

застосуванням штучного субстрату згідно з нормативами [7].

Досліджували системні гербіциди вибіркової (селективної) дії, комерційні назви яких за домовленістю з виробником не повідомляються:

1) Гербіцид А, КЕ (аналоги: Проніт, КЕ та Ацетал Про, КЕ), (д.р. — пропізохлор [2-хлор-6'-етил-N-ізопропоксиметилацето-о-толуїдид], 720 г/л) — системний гербіцид для знищення однорічних злакових та дводольних видів бур'янів на посівах сої, кукурудзи, гороху, соняшнику, люпину, квасолі. Температура плавлення — 21,6°C. Розчинність у воді — 20°C, 184 мг/дм<sup>3</sup>. Механізм впливу діючої речовини препарату проявляється внаслідок абсорбції через проростки та кореневу систему бур'янів, що проростають; полягає в інгібуванні синтезу білків та нуклеїнових кислот [8].

2) Гербіцид Б, КЕ (аналоги: Трофи 90 КЕ, Харнес КЕ, Ацетохлор КЕ, Харіус КЕ, Беркут КЕ, Кратос КЕ), (д.р. — ацетохлор [2-хлор-N-етоксиметил-6'-етілацето-о-толуїдид], 900 г/л) — селективний досходовий гербіцид, використовується шляхом внесення в ґрунт для знищення однорічних одно- і дводольних бур'янів на посівах сої, кукурудзи, соняшнику. Температура плавлення — 10,6°C. Розчинність у воді — при 25°C, 223 мг/дм<sup>3</sup>. Механізм впливу діючої речовини препарату проявляється внаслідок абсорбції через проростки та кореневу систему бур'янів, що проростають; полягає в інгібуванні синтезу білків та нуклеїнових кислот і пригніченні процесів дихання клітин у коріннях рослин [9].

3) Гербіцид В, КС (аналог Бутизан КС), (д.р. — метазохлор [2-хлор-N-(піразол-1-ілметил)ацет-2',6'-ксилідид], 400 г/л) — селективний ґрунтовий гербіцид, що застосовується до появи сходів культури проти однорічних злакових та дводольних видів бур'янів на посівах озимого і ярого ріпаку, капусти, турнепсу, гірчиці. Температура плавлення — 85°C. Розчинність у воді — при 25°C, 43 мг/дм<sup>3</sup>. Механізм впливу діючої речовини препарату забезпечується через процес фотосинтезу і пригнічення утворення ліпідів та білків [9].

## Схема дослідження оцінки гострої токсичності гербіцидів

| Концентрація,<br>мг/кг субстрату  | Назва препарату                                 |                                               |                                                |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                                   | Гербіцид А, КЕ (д.р. —<br>пропізохлор, 720 г/л) | Гербіцид Б, КЕ (д.р. —<br>ацетохлор, 900 г/л) | Гербіцид В, КС (д.р. —<br>метазохлор, 400 г/л) |
| Контроль (дисти-<br>льована вода) | +                                               | +                                             | +                                              |
| 10                                | —                                               | —                                             | +                                              |
| 50                                | —                                               | +                                             | —                                              |
| 100                               | +                                               | +                                             | +                                              |
| 200                               | +                                               | +                                             | —                                              |
| 300                               | +                                               | —                                             | —                                              |
| 400                               | +                                               | +                                             | —                                              |
| 500                               | +                                               | —                                             | —                                              |
| 600                               | +                                               | +                                             | —                                              |
| 800                               | +                                               | +                                             | —                                              |
| 1000                              | +                                               | +                                             | +                                              |

Примітка: \*«+» — концентрація, що досліджувалась.

Тестовими об'єктами слугували дорослі статевозрілі особини ґрунтових черв'як *E. fetida* віком від 2 місяців та вагою 300–500 мг.

У досліджах використовували штучний субстрат такого складу: тонко розмелений сфагновий торф — 10%; каолінова глина — 20%; промисловий кварцовий пісок — 70% умісту на суху масу. Субстрат готували за 1 добу до початку досліджень загальною масою 500 г (за сухою речовиною), поміщали у скляний контейнер місткістю 2 дм<sup>3</sup> та ретельно перемішували з водними розчинами препаратів у відповідних концентраціях (табл.). Контрольним варіантом слугував зволожений дистильованою водою штучний субстрат.

Надалі у кожному з контейнерів розміщували по 10 особин тест-об'єктів *E. fetida*. Дослідні контейнери закривали кришками з отворами для забезпечення аерації (обміну повітря) (рис. 1). Дослід проводили у чотириразовій повторності, його тривалість становила 14 діб.

Упродовж усього дослідного періоду підтримували температурний режим у приміщенні в межах 20–22°C, контролюва-

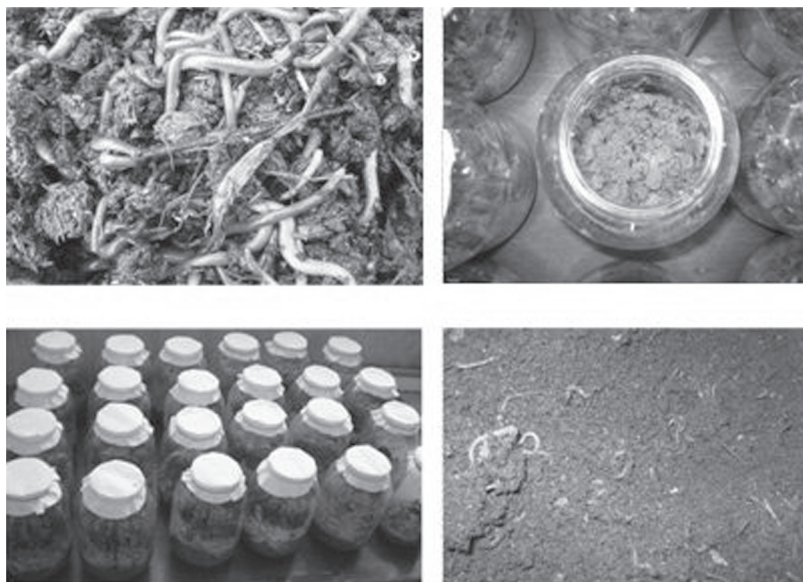
ний цикл світло/темрява — 16 год: 8 год — при інтенсивності освітлення на дослідні контейнери 400–600 лк. Вологість штучного субстрату у дослідних контейнерах під час експерименту становила 24,0±0,8%, або близько 50% його повної вологоємності, рН<sub>(KCl)</sub> — на рівні 5,75±0,15. Фізико-хімічні властивості субстрату визначали стандартними методами досліджень [10].

Для обробки первинних результатів досліджень використовували статистичні методи аналізу із застосуванням стандартного пакета програми MS Excel. Статистичну обробку результатів досліджень стосовно визначення половинної медіанної летальної концентрації (LC<sub>50</sub>) препарату здійснювали з використанням методу пробіт-аналізу [11].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати дослідження впливу гербіциду А на *E. fetida* свідчать, що за концентрацій препарату 100 та 200 мг/кг субстрату жодних змін упродовж експерименту не спостерігалось. Черви були рухливі та однаково реагували як на світлове, так і на механічне подразнення.



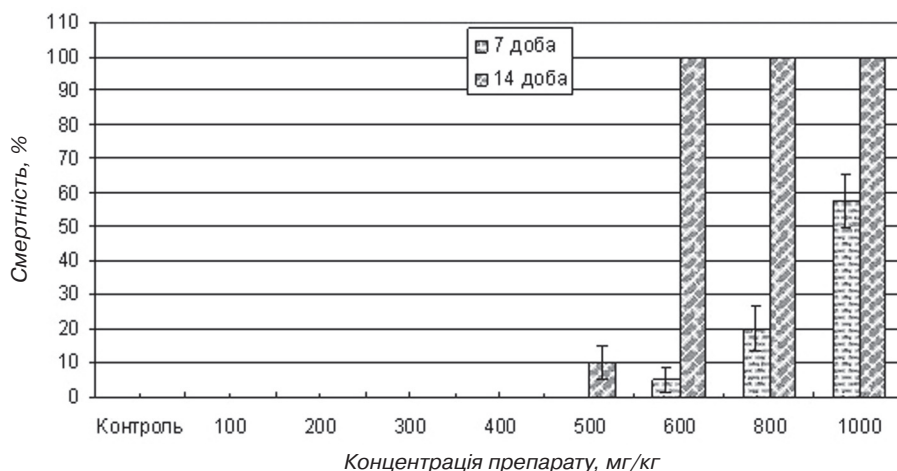


**Рис. 1.** Загальний вигляд тест-об'єктів *Eisenia fetida* в умовах дослідів

За концентрації препарату 400 мг/кг субстрату і вище на початку дослідів черви не заривалися в субстрат упродовж 2 год, а рухалися на поверхні або скручувалися в клубок. На сьомий день дослідів тестові особини за своїми поведінковими реакціями були менш рухливими, слабше реагували на механічне та світлове подразнення порівняно з контролем. Крім того, в цей

період із зростанням концентрації препарату спостерігається смертність особин, яка за концентрації 1000 мг/кг субстрату становила  $57,5 \pm 7,8\%$  ( $P < 0,05$ ). Смертність особин за 14 діб експозиції при концентрації препарату 600 мг/кг субстрату та вище досягала 100% (рис. 2).

Встановлено, що величина медіанної летальної концентрації ( $LC_{50}$ ) препарату



**Рис. 2.** Смертність *Eisenia fetida* за впливу гербіциду А, КЕ (д.р. — пропізохлор, 720 г/л)

за 14 діб експозиції становить 520 мг/кг. Згідно із класифікацією [12, 13], гербіцид А відноситься до слаботоксичних (клас небезпечності ІІІ).

Результати дослідження впливу гербіциду Б на *E. fetida* свідчать, що за концентрацій препарату 50, 100 та 200 мг/кг субстрату не спостерігалось жодних змін упродовж тривалості експерименту. Черви були рухливими та однаково реагували як на світлове, так і на механічне подразнення.

За інших досліджуваних концентрацій були зафіксовані такі зміни: на початку досліді черви не заривалися в субстрат упродовж 2–3 год, а рухалися на поверхні субстрату або скручувалися в клубок. На сьомий день експозиції спостерігалось зниження рухливості червів, загальмованість їх реакції на світлове і механічне подразнення. За концентрацій препарату 600 мг/кг субстрату частка загиблих особин становила  $19,5 \pm 7,3\%$  ( $P < 0,05$ ), а за концентрацій 800 та 1000 мг/кг субстрату — 100%. На 14-ту добу експозиції смертність організмів зростала і за менших концентрацій гербіциду (рис. 3).

Визначена величина медіанної летальної концентрації ( $LC_{50}$ ) на 14 добу експозиції становить 479 мг/кг. Згідно з класифікацією [9, 10], досліджуваний препарат відноситься до слаботоксичних (клас небезпечності ІІІ).

Подібні дослідження проведено і стосовно впливу гербіциду В на *E. fetida*. Спостереження за поведінковими реакціями організмів тестових особин засвідчили, що на початку досліді черви не заривалися в субстрат упродовж 10 хв. За сім днів експозиції у всіх дослідних та контрольній групах загибелі тест-організмів або інших змін не було виявлено. Черви дослідної групи реагували на механічне та світлове подразнення, як у контрольному варіанті. На 14-й день експозиції за концентрації препарату 1000 мг/кг смертність становила  $12,5 \pm 5,2\%$  ( $P < 0,05$ ) особин (рис. 4).

У цьому варіанті досліді спостерігалось незначне зниження рухливості червів, загальмованість їх реакції на світлове і механічне подразнення.

Визначена величина медіанної летальної концентрації ( $LC_{50}$ ) за 14 діб експозиції становила  $>1000$  мг/кг субстрату. Згідно з класифікацією [12, 13], досліджуваний препарат відноситься до майже нетоксичних та не класифікується щодо небезпечності.

Слід зауважити, що пестициди із діючою речовиною пропізохлор є безпечними для дощових червів, а з ацетохлор — характеризуються високими ризиками забруднення довкілля [14]. Крім того, гербіциди А та Б містять високі концентрації діючих

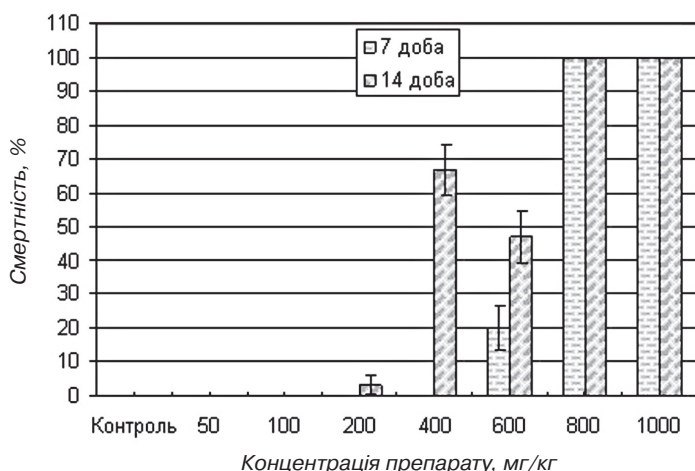
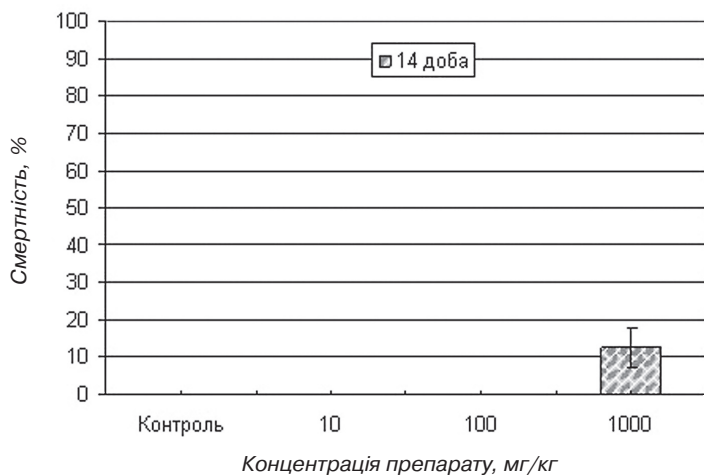


Рис. 3. Смертність *Eisenia fetida* за впливу гербіциду Б, КЕ (д.р. — ацетохлор, 900 г/л)



**Рис. 4.** Смертність *Eisenia fetida* за впливу гербіциду В, КС (д.р. — метазохлор, 400 г/л)

речовин, зокрема пропізохлор (720 г/л) та ацетохлор (900 г/л) відповідно.

### ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень встановлено, що гербіцид А, КЕ (д.р. — пропізохлор, 720 г/л) та гербіцид Б, КЕ (д.р. —

ацетохлор, 900 г/л) є слаботоксичними щодо *E. fetida* — представника ґрунтової мезофауни; гербіцид В, КС (д.р. — метазохлор, 400 г/л) — безпечний для ґрунтової мезофауни. Отримані в роботі результати стосовно екотоксичності гербіцидів А та Б необхідно враховувати під час їх використання.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні на 2014 рік. — К.: Юнівест Медіа, 2014. — 832 с.
2. Dieter C.D. The effect of phorate on wetland macro invertebrates / C.D. Dieter, W.G. Duffy, L.D. Flake // Environ. Toxicol. and Chem. — 1996. — No. 3 (15). — P. 308–312.
3. Bustos-Obregon E. Pesticide soil contamination mainly affects earthworm male reproductive parameters / E. Bustos-Obregon, R.I. Goicochea // Asian Journal of Andrology. — 2002. — No. 3 (4). — P. 195–199.
4. Залоїло О.В. Екотоксикологічна оцінка пестицидів за впливом на індикаторні групи ґрунтових організмів: Автореф. дис. ... канд. біол. наук / О.В. Залоїло. — К.: Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського, 2006. — 24 с.
5. Farenhorst A. Sorption of atrazine and metolachlor by earthworm surface castings and soil / A. Farenhorst, B.T. Bowman // J. Environ. Sci. and Health. — 2000. — No. 2 (35). — P. 157–173.
6. Weichun M. Earthworm and food interaction on bioaccumulation and disappearance in soil of polycyclic aromatic hydrocarbons: Studies on phenanthrene and fluoranthene / M. Weichun, J. Immerzeel, J. Bodt // Ecotoxicol. Environ. Safety. — 1995. — No. 3 (32). — P. 226–232.
7. Якість ґрунту. Вплив забрудників на земляних черв'яків (*Eisenia fetida*): ДСТУ ISO 11268-1:2003. — Ч. 1: Визначення гострої токсичності з використанням штучного субстрату. — К.: Держспоживстандарт України, 2004. — 8 с.
8. Reference book of pesticides and agrochemicals [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.agroxxi.ru/goshandbook/prep/acetal-pro-kye.html>
9. Новожилов К.В. Средства защиты растений / К.В. Новожилов, В.И. Долженко. — М.: Агрорус, 2011. — 244 с.
10. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. — М.: Высшая школа, 1973. — 399 с.
11. Платонов А.Г. Применение метода пробит-анализа в радиобиологии. Расчет полулетальной дозы ЛД<sub>50</sub> / А.Г. Платонов, М.Я. Ахалия. — М.: НИЯ-УМИФИ, 2010. — 36 с.
12. Методы оценки экологической безопасности пестицидов при их регистрации (Руководство по классификации экологической опасности пестицидов). — Большие Вяземы: ВНИИФ, 2010. — 14 с.

13. Глобальний доступ до інформації по агрохімікатам IUPAC [Електронний ресурс]. — 2017. — 25 с. — Режим доступу: [http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/docs/Background\\_and\\_Support.pdf](http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/docs/Background_and_Support.pdf)
14. Assessing the risk of pesticide environmental impact in several Argentinian cropping systems with a fuzzy expert indicator / M. Arregui, D. Sánchez, R. Althaus et al. // *Pest management science*. — 2010. — No. 7 (66). — P. 736–740.

## REFERENCES

1. *Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini na 2014 rik* [List of pesticides and agrochemicals allowed for use in Ukraine for 2014]. (2014). Kyiv: Yunivest Media [in Ukrainian].
2. Dieter, C.D., Duffy, W.G., Flake, L.D. (1996). The effect of phorate on wetland macro invertebrates. *Environ. Toxicol. and Chem.*, 3 (15), 308–312 [in English].
3. Bustos-Obregon, E., Goicochea, R.I. (2002). Pesticide soil contamination mainly affects earthworm male reproductive parameters. *Asian Journal of Andrology*, 3 (4), 195–199 [in English].
4. Zaloilo, O.V. (2006) Ekotoksikologichna otsinka pestytsydiv za vplyvom na indykatorni hrupy hruntovykh orhanizmv [Ecotoxicological assessment of pesticides on the effect on indicator groups of soil organisms]. *Extended abstract of Candidate's thesis*. — Kyiv [in Ukrainian].
5. Farenhorst, A., Bowman, B.T. (2000). Sorption of atrazine and metolachlor by earthworm surface castings and soil. *J. Environ. Sci. and Health*, 2 (35), 157–173 [in English].
6. Weichun, M., Immerzeel, J., Bodt, J. (1995). Earthworm and food interaction on bioaccumulation and disappearance in soil of polycyclic aromatic hydrocarbons: Studies on phenanthrene and fluoranthene. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 3 (32), 226–232 [in English].
7. Soil quality — Effects of pollutants on earthworms (*Eisenia fetida*) — Part 1: Determination of acute toxicity using artificial soil substrate. *ISO 11268-1:1993* Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrayiny [in Ukrainian].
8. Reference book of pesticides and agrochemicals. (2017). [www.agroxxi.ru](http://www.agroxxi.ru) Retrieved from: <https://www.agroxxi.ru/goshandbook/prep/acetel-pro-kye.html> [in English].
9. Novozhilov, K.V., Dolzhenko, V.I. (2011). *Sredstva zashhyty rastenyj* [Plants protecting tools]. Moskva: Agroruss [in Russian].
10. Vadyynina, A.F., Korchagina, Z.A. (1973). *Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv i gruntov* [Methods of studying the physical properties of soils]. Moskva: Vyszhaya zhkola [in Russian].
11. Platonov, A.J., Akhaliya, M.Ya. (2010). *Primeneniya metoda probit-analiza v radiobiologii. Raschet poluletal'noj dozy LD<sub>50</sub>*. [Applications of the probit-analysis method in radiobiology. Calculation of semi-lethal dose LD<sub>50</sub>]. Moskva: NIYAYMIFI [in Russian].
12. *Metody ocenki jekologicheskoy bezopasnosti pesticidov pri ih registracii (Rukovodstvo po klassifikacii jekologicheskoy opasnosti pesticidov)*. [Methods for assessing the environmental safety of pesticides during their registration (Guidelines for the Classification of Ecological Hazards of Pesticides)]. (2010). Bolzhie Vyazemi [in Russian].
13. Global availability of information on agrochemicals IUPAC (2017). [sitem.herts.ac.uk](http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/docs/Background_and_Support.pdf). Retrieved from: [http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/docs/Background\\_and\\_Support.pdf](http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/docs/Background_and_Support.pdf) [in English].
14. Arregui, M., Sánchez, D., Althaus, R., Scotta, R., Bertolaccini, I. (2010). Assessing the risk of pesticide environmental impact in several Argentinian cropping systems with a fuzzy expert indicator. *Pest management science*, 7 (66), 736–740 [in English].

## БІОІНДИКАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТРЕСУ НАВКОЛО ПІДПРИЄМСТВ ПРОМИСЛОВОГО ПТАХІВНИЦТВА

О.В. Тертична<sup>1</sup>, В.К. Шинкаренко<sup>2</sup>, В.О. Пінчук<sup>1</sup>,  
О.П. Бригас<sup>1</sup>, К.В. Коцовська<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Інститут проблем безпеки АЕС НАН України

*Досліджено стерильність зерен пилку індикаторних рослин (деревій звичайний — *Achillea submillefolium* Klok. та чистотіл великий — *Chelidonium majus* L.) навколо двох підприємств промислового птахівництва. Встановлено, що територія екологічного стресу довкола цих підприємств за своїми розмірами більша ніж на порядок перевищує розміри санітарно-захисної зони. Виявлено, що використання пилку чистотілу як фітоіндикатора несприятливих екологічних чинників забезпечує вищу чутливість порівняно з пилком деревю. Висловлено припущення про переважання роль аерозольних часток порівняно з газовою фазою викиду у збільшенні кількості стерильних пилових зерен навколо підприємств промислового птахівництва.*

**Ключові слова:** промислове птахівництво, біоіндикація, стерильний пилок, атмосферне забруднення, аміак, діоксид азоту, діоксид сірки.

Однією з глобальних проблем, що постає перед людством, є зміни навколишнього природного середовища під впливом дедалі більших антропогенних навантажень. Серед дієвих інструментів дослідження цих змін особливу роль відіграють методи біоіндикації — оцінки стану довкілля за станом біоти у природних умовах. Ці методи дають змогу діагностувати негативні зміни в навколишньому природному середовищі за низьких концентрацій забруднювальних речовин, до того ж їхньою перевагою над фізико-хімічними методами є інтегральний характер відповідних реакцій організмів [1, 2]. Так, ще майже 100 років тому американський вчений Ф. Клементс [3] відзначав, що кожна рослина або рослинне угруповання є найкращим мірилом умов, у яких зростає.

В умовах конкретних екотопів для виявлення територій, що зазнали антропогенного впливу, актуальними залишаються дослідження реакції рослин-біоіндикаторів. Важливе значення для розв'язання цієї проблеми має проведення натурних біоін-

дикаційних досліджень та пошук чутливих і доступних рослин-індикаторів.

На особливу увагу заслуговує проблема впливу антропогенних чинників на спадковий апарат та репродуктивну здатність рослин. Нині не залишилось жодних сумнівів, що репродуктивні структури, і насамперед чоловічий гаметофіт, є найбільш чутливими до дії токсичних інгредієнтів. Це проявляється в збільшенні стерильності пилових зерен та у зниженні їх фертильності. Під впливом несприятливих чинників спостерігається морфологічна різноякісність пилових зерен, утворення зморщених, зруйнованих, гігантських зерен, що слугує показником токсичного та мутагенного впливу [3, 5].

З огляду на інтенсивний розвиток бройлерного та яєчного птахівництва, постає проблема оцінки впливу діяльності (викиди у повітря приземного шару та забруднення прилеглих територій) на стан природних екосистем.

Метою досліджень було встановлення зони екологічного стресу на територіях поблизу виробництва продукції птахівництва з використанням фітоіндикації методом цитогенетичного тестування.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили у зонах розташування бройлерного підприємства ТОВ «Комплекс Агромарс» (Агромарс) (Київська обл., Вишгородський р-н, с. Гаврилівка) та ВАТ «Птахофабрика Київська» (ПФК) з виробництва харчових яєць (м. Київ, просп. Броварський, 44-А). Ці птахофабрики є репрезентативними модельними підприємствами для проведення досліджень щодо екологічного оцінювання впливу промислового птахівництва на стан навколишнього природного середовища [4].

Поблизу кожного з підприємств були виділені три дослідні ділянки на відстані 150, 500 і 2000 м від центру санітарно-захисної зони (СЗЗ) птахофабрики. Для вимірювання концентрації газів у повітрі дослідні ділянки розміщувалися лінійно за напрямком вітру, для проведення біоіндикації — за напрямком переважаючих вітрів. Контрольними слугували ділянки з ідентичними ґрунтово-кліматичними умовами, що не зазнавали антропогенного впливу (на відстані 10 км від птаховиробництва), у протилежному напрямку від дослідних ділянок.

Концентрації аміаку ( $\text{NH}_3$ ), діоксидів азоту ( $\text{NO}_2$ ) та сірки ( $\text{SO}_2$ ), сірководню ( $\text{H}_2\text{S}$ ) визначали на обраних ділянках за допомогою газоаналізаторів 604-342ЭХ07-02, 604-645ЭХ03-02, 604-667ЭХ05-02 та 604-666ЭХ17-02 відповідно до інструкції з експлуатації приладів.

Як тест-об'єкти були вибрані такі рослини: деревій звичайний (*Achillea submillefolium* Klok.) та чистотіл великий (*Chelidonium majus* L.). Відбір квітів рослин-біоіндикаторів та вимірювання концентрацій газів-забруднювачів здійснювали у червні — липні.

Токсичність і потенційну мутагенність повітря на дослідних ділянках визначали згідно з тестом [7].

Статистичний аналіз одержаних даних проводили за допомогою пакета Statistica-8.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Основні результати визначень частки стерильного пилку, а також дані результатів *t*-тесту Стюдента з визначення достовірності відмінностей між двома вибраними рослинами наведено в табл. 1.

На обох об'єктах щодо деревію спостерігаються вищі рівні стерильного пилку

Таблиця 1

**Середні значення частки стерильного пилку та результати *t*-тесту Стюдента з визначення достовірності відмінностей між двома експериментальними рослинами**

| Відстань від<br>об'єкта, м | Середні значення частки<br>стерильного пилку, % |             | Достовірність<br>відмінностей, % | Відносне<br>перевищення<br>$\frac{2(D - Ч)}{D + Ч} \cdot 100, \%$ |
|----------------------------|-------------------------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|                            | Чистотіл (Ч)                                    | Деревій (Д) |                                  |                                                                   |
| ПФК                        |                                                 |             |                                  |                                                                   |
| 150                        | 17,7                                            | 19,7        | 100                              | 10,7                                                              |
| 500                        | 12,4                                            | 13,4        | 99,8                             | 7,8                                                               |
| 2000                       | 7,54                                            | 12,3        | 100                              | 48,0                                                              |
| 10000                      | 4,80                                            | 5,84        | 99,7                             | 19,5                                                              |
| Агромарс                   |                                                 |             |                                  |                                                                   |
| 150                        | 19,4                                            | 21,0        | 99,4                             | 7,9                                                               |
| 500                        | 17,0                                            | 19,4        | 100                              | 13,2                                                              |
| 2000                       | 8,2                                             | 12,2        | 100                              | 39,2                                                              |
| 10000                      | 4,37                                            | 4,66        | 56,6                             | 6,4                                                               |



порівняно з чистотілом, і лише відповідні показники з точки контролю на 10-кілометровій відстані від Агромарсу є ідентичними, тобто для одних і тих самих умов екологічного стресу деревій має вищу чутливість як засіб біотестування. Максимальне відносне перевищення частки стерильного пилку деревію над чистотілом спостерігається на відстані 2000 м від обох об'єктів.

Результати порівняння частки стерильного пилку для однакових рослин поблизу різних об'єктів наведено в табл. 2.

Щодо чистотілу, зафіксовано достовірне перевищення частки стерильного пилку поблизу Агромарсу і недостовірну різницю в контрольній (фоновій) точці; щодо деревію, поблизу Агромарсу також відзначено достовірне перевищення цього показника, але вже на відстані 2000 м різниця є недостовірною; достовірне перевищення для контрольної точки спостерігається поблизу ПФК. Така відмінність може бути обумовлена вищою чутливістю пилку деревію та висунутим припущенням про деякі відмінності в розподілі твердих забруднювальних

частинок — поблизу цих двох об'єктів, про що йтиметься нижче.

Упродовж 2015–2016 рр. у повітрі поблизу точок відбору проб пилку були виміряні концентрації чотирьох газів — аміаку ( $\text{NH}_3$ ), діоксидів азоту ( $\text{NO}_2$ ) та сірки ( $\text{SO}_2$ ), сірководню ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Середні концентрації перших трьох газів наведено в табл. 3, сірководень на межі чутливості було зафіксовано лише на відстані 150 м від об'єкта, що дало підстави виключити його із подальшого розгляду.

Порівняння даних (табл. 2 і 3) свідчить, що значні відмінності у концентраціях газів поблизу двох підприємств не супроводжуються відповідними змінами частки стерильного пилку. Так, незважаючи на те, що середня концентрація аміаку поблизу СЗЗ ПФК більш ніж у 30 разів перевищувала його концентрацію поблизу СЗЗ Агромарсу, частка стерильного пилку обох рослин-індикаторів навколо ПФК була меншою. Майже 5-кратне перевищення діоксиду сірки поблизу СЗЗ Агромарсу супроводжується незначним (у 1,06 раза — для чистотілу і в 1,1 раза — для

Таблиця 2

**Середні значення частки стерильного пилку та результати *t*-тесту Стьюдента з визначення достовірності відмінностей між двома експериментальними об'єктами**

| Відстань від об'єкта, м | Середні значення частки стерильного пилку, % |              | Достовірність відмінностей, % | Відносне перевищення $\frac{2[(2)-(1)]}{(2)+(1)} \cdot 100, \%$ |
|-------------------------|----------------------------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                         | ПФК (1)                                      | Агромарс (2) |                               |                                                                 |
| Чистотіл великий        |                                              |              |                               |                                                                 |
| 150                     | 17,7                                         | 19,4         | 98,1                          | 9,6                                                             |
| 500                     | 12,4                                         | 17,0         | 100,0                         | 37,1                                                            |
| 2000                    | 7,54                                         | 8,2          | 99,4                          | 8,8                                                             |
| 10000                   | 4,80                                         | 4,37         | 75,7                          | −9,0                                                            |
| Деревій звичайний       |                                              |              |                               |                                                                 |
| 150                     | 19,7                                         | 21,0         | 97,0                          | 6,6                                                             |
| 500                     | 13,4                                         | 19,4         | 100,0                         | 44,8                                                            |
| 2000                    | 12,3                                         | 12,2         | 18,2                          | −0,8                                                            |
| 10000                   | 5,8                                          | 4,7          | 99,8                          | −19,0                                                           |

Таблиця 3

**Середні перевищення над рівнем фону концентрацій газів**

| Показник        | Концентрація газів у повітрі, мг/м <sup>3</sup> |       |        |          |       |        |
|-----------------|-------------------------------------------------|-------|--------|----------|-------|--------|
|                 | ПФК                                             |       |        | Агромарс |       |        |
|                 | 150 м                                           | 500 м | 2000 м | 150 м    | 500 м | 2000 м |
| NH <sub>3</sub> | 1,66                                            | 1,24  | 0,61   | 0,051    | 0,017 | 0,013  |
| NO <sub>2</sub> | 0,128                                           | 0,032 | 0,03   | 0,129    | 0,047 | 0,043  |
| SO <sub>2</sub> | 0,06                                            | 0,024 | 0,034  | 0,282    | 0,11  | 0,018  |

деревію) ростом частки стерильного пилку. Зрештою, ці самі відмінності відповідають фактично тотожним рівням діоксиду азоту. На більших відстанях від епіцентру викиду кореляцій між концентрацією досліджуваних газів і часткою стерильного пилку також не спостерігалось. Отже, зміни частки стерильного пилку поблизу підприємств птахівництва не є наслідком забруднення повітря вказаними газами. До повітряного потоку під час виробництва птахопродукції потрапляє низка інших речовин, здебільшого у вигляді твердих дрібнодисперсних часток. Оскільки швидкість випадіння пилових часток залежить від їх розмірів, це додатково ускладнює виявлення розподілу випадіння на прилеглій до птахофабрики території.

З віддаленням від стаціонарного джерела забруднення концентрація аерополутанту в повітрі знижується внаслідок його розбавлення у дедалі більших об'ємах і залежить від низки чинників — напрямку і сили вітру, стану атмосфери, рельєфу земної поверхні, висоти викидів, їх властивостей. У разі постійних викидів середній за тривалий період часу чинник розбавлення на рівні земної поверхні матиме такий вигляд:

$$G = \frac{2\eta}{(2\pi)^{3/2}x} \sum_j \frac{\omega_j F_j}{\sigma_{z,j} \bar{u}_j} \exp\left[-\frac{h^2}{2\sigma_{z,j}^2}\right], \quad (1)$$

де  $x$  — відстань до джерела викиду,  $\eta$  — протяжність рози вітрів,  $h$  — висота джерела викиду над поверхнею землі; індексом  $j$  позначено характерні для  $j$ -ї категорії стійкості атмосфери величини:  $\omega_j$  — повторю-

ваність  $j$ -ї категорії за час дії викиду,  $F_j$  — функція виснаження хмари (зменшення концентрації завдяки хімічним реакціям у атмосфері внаслідок радіоактивних розпадів, випадіння частинок під дією сили тяжіння, вимивання дощем тощо),  $\bar{u}_j$  — середня для  $j$ -ї погодинної категорії швидкість вітру,  $\sigma_{z,j}$  — стандартне відхилення розподілу домішки з висотою за  $j$ -х погодинних умов.

Остання величина характеризується монотонним зростанням з віддаленням від джерела викиду. В основі цієї моделі лежить Гаусова модель атмосферної дифузії. Зауважимо, що для газоподібних домішок функція виснаження за відсутності реакцій у атмосфері і вимивання опадами може бути прийнята за одиницю. Тобто газові викиди за цих умов можна розглядати як своєрідні трасери шлейфа викиду.

Провести подібні розрахунки неможливо через відсутність відповідних даних. Спробуємо уніфікувати експериментальні дані за допомогою функції, що має плавну вершину. Однією з таких функцій є функція Лоренца:

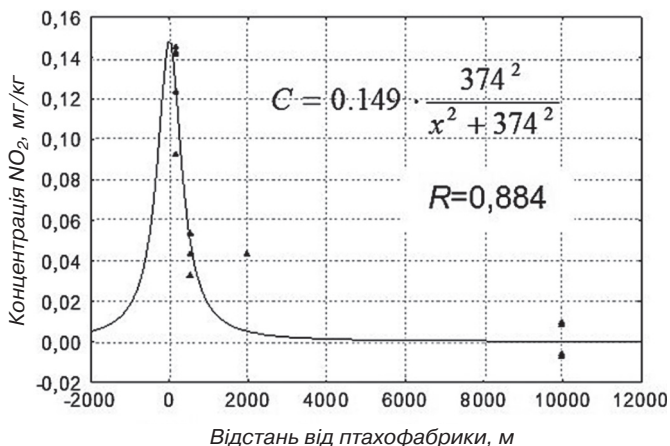
$$Z(x) = A \cdot \frac{H^2}{x^2 + H^2}, \quad (2)$$

де  $A$  — амплітудне значення в центрі розподілу,  $x$  — відстань від точки спостереження до джерела викиду,  $H$  — півширина на половині висоти, тобто висота від джерела викиду, на якій концентрація знижується вдвічі. Незважаючи на значні дисперсії вимірюваних значень, залежність концентрацій газів від відстані до підприємства можна сповна описати наведеною функцією (2).

Зауважимо, що оптимальною функцією апроксимацій визнано ту, коефіцієнт кореляції якої з експериментальними точками є найвищим (рис. 1). Але це зовсім не означає, що така функція описує дійсний закон розподілу, насправді — це лише деяке наближення до такого закону. Апроксимацію також не можна поширювати за межі експериментальних точок. Так, ми не можемо стверджувати, що концентрація газів на території самого підприємства відповідає знайденому максимуму розподілу, це предмет окремого дослідження [8].

Так, значення півширин розподілу Н для різних газів є подібними, що особливо чітко спостерігається на прикладі бройлерного виробництва (табл. 4). Більші відхилення напрямків вітру від лінії розташування точок відбору проб навколо ПФК (яєчне виробництво) засвідчили про істотне розширення профілів кривих розподілу.

Частка стерильності пилку, на відміну від концентрації газів, є інтегральним показником. Неприятливі чинники впливали на рослину впродовж тривалого



**Рис. 1.** Апроксимація функцією Лоренца залежності концентрації діоксиду азоту від відстані в умовах бройлерного виробництва (Агромарс)

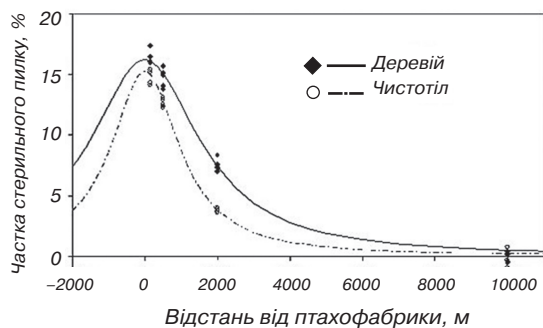
часу — до моменту формування пилку, що зумовило усереднення впливу коливань концентрацій полютантів. Виявилось, що розподіл частки стерильного пилку з віддаленням від птахофабрики теж можна доволі повно описати за допомогою функції Лоренца. Апроксимація кривої на прикладі бройлерного виробництва (Агромарс) демонструє вищу чутливість пилку деревію порівняно з чистотілом (рис. 2). Зауважимо, що на рівень фону

Таблиця 4

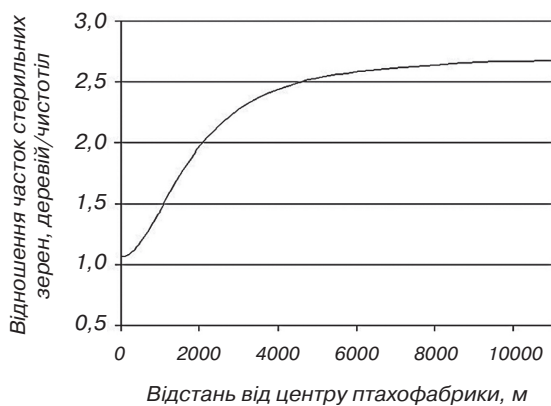
**Значення коефіцієнтів функції Лоренца для концентрації газів навколо експериментальних підприємств**

| Показник                         | A*, мг/м³ | H**, м | k*** |
|----------------------------------|-----------|--------|------|
| <i>Агромарс</i>                  |           |        |      |
| Аміак (NH <sub>3</sub> )         | 0,0615    | 333    | 16,3 |
| Діоксид азоту (NO <sub>2</sub> ) | 0,149     | 374    | 6,72 |
| Діоксид сірки (SO <sub>2</sub> ) | 0,332     | 353    | 3,01 |
| <i>ПФК</i>                       |           |        |      |
| Аміак (NH <sub>3</sub> )         | 1,55      | 1480   | 0,64 |
| Діоксид азоту (NO <sub>2</sub> ) | 0,174     | 250    | 5,76 |
| Діоксид сірки (SO <sub>2</sub> ) | 0,044     | 3026   | 22,8 |

*Примітка:* \* — амплітудне значення в центрі розподілу; \*\* — півширина на половині висоти; \*\*\* — нормувальний множник, A\* k = 1.



**Рис. 2.** Зміна частки стерильного пилку з віддаленням від птахофабрики та її наближення функцією Лоренца в умовах бройлерного виробництва (Агромарс)

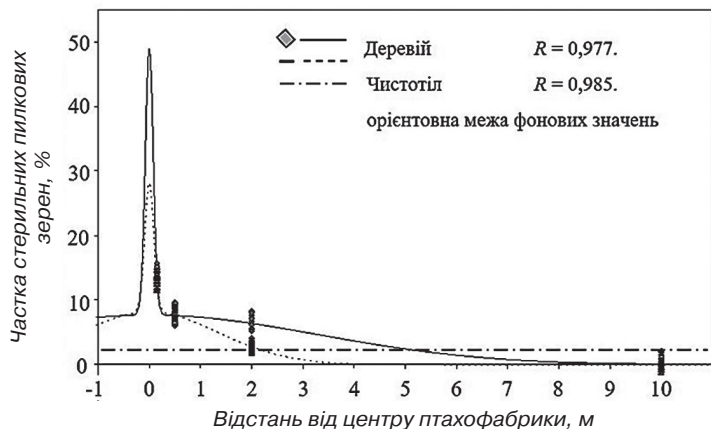


**Рис. 3.** Порівняння реакцій деревію та чистотілу на несприятливі умови відповідно до наближення значень функції Лоренца

обидві криві виходять на відстані 5–8 км від птахогосподарства.

Більша чутливість чистотілу до несприятливих умов чіткіше проявляється за низьких рівнів забруднення, натомість за високих — ефективність реєстрації несприятливих умов в обох рослин майже вирівнюється (рис. 3).

Наближення коефіцієнта функцією Лоренца для частки стерильного пилку на прикладі підприємства з виробництва харчових яєць (ПФК) свідчить про значне погіршення екологічного стану навколишнього природного середовища, оскільки різке відхилення експериментальних точок біля центральної частини (рис. 4) не відповідає вказаній залежності. Але і у цьому разі залежність можна цілком описати сумою двох функцій, одна з яких ілюструє стрімке зростання значень біля центру кривої. Це збільшення може бути зумовлено нерівномірним випадінням крупних пилових часток поблизу виробництва, що свідчить на користь гіпотези про вплив на стерильність пилку саме пилової, а не газової складової викидів. Зауважимо, що така особливість розподілу аж ніяк не заперечує сформульованому нами висновку про вищу чутливість деревію. Так, на рівень коливань фону крива апроксимації деревію виходить на істотно більшій відстані від птахофабрики.



**Рис. 4.** Частка стерильних пилових зерен, наближення експериментальних даних сумою двох функцій в умовах підприємства з виробництва харчових яєць (ПФК)

## ВИСНОВКИ

Встановлено, що навколо підприємств птахівництва існує зона екологічного стресу, розміри якої більш ніж на порядок перевищують розміри СЗЗ. Пилок фітоіндикатора *Achillea submillefolium* Klok. має більш високу чутливість до токсикоко-мутагенного впливу повітря, ніж пилок *Chelidonium majus* L.

Концентрації газових викидів аміаку, діоксиду азоту та діоксиду сірки змінюються з віддаленням від птахофабрик за одним і

тим самим законом розподілу, близьким до функції Лоренца. Кожен із цих газів можна розглядати як маркер шлейфа викиду з птахофабрики.

Висловлено припущення, що збільшення частки стерильного пилку індикаторних рослин відбувається під впливом аерозольних пилових часток, викинутих за межі СЗЗ птахогосподарства. Розподіл частки стерильного пилку з віддаленням від птахофабрики теж можна описати за допомогою функції Лоренца.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Шуберт Р. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Р. Шуберт. — М.: Мир, 1988. — 350 с.
2. Дідух П.Я. Основи біоіндикації / П.Я. Дідух. — К.: Наукова думка, 2012. — 344 с.
3. Clements F.E. Plant succession and indicators / F.E. Clements. — New York: Hafner Press, 1928. — 453 p.
4. Бессонова В.П. Состояние пыльцы как показатель загрязнения среды тяжелыми металлами / В.П. Бессонова // Экология. — 1992. — № 4. — С. 45–50.
5. Морфометрія пилових зерен берези бородавчастої як індикатор якості екостану / Т.В. Шевцова, К.Г. Гаркава, Я. Бриндза [та ін.] // Питання біоіндикації та екології. — 2014. — Вип. 19, № 2. — С. 121–138.
6. Волошин М.І. Обґрунтування вибору модельних птахопідприємств для екологічних досліджень / М.І. Волошин, О.В. Тертична, Л.І. Свалявчук // Агроекологічний журнал. — 2017. — № 3. — С. 116–122.
7. Горовая А.И. Цитогенетическая оценка мутагенного фона в промышленном Приднпровье / А.И. Горовая, В.М. Дигурко // Цитология и генетика. — 1995. — Т. 29, № 5. — С. 16–22.
8. Гусев Н.Г. Радиоактивные выбросы в биосфере: Справочник / Н.Г. Гусев, В.А. Беляев. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 256 с.

## REFERENCES

1. Shubert, R. (1988). *Bioindikacija zagrjaznenij nazemnyh jekosistem* [Bioindication of terrestrial ecosystem pollution]. Moskva: Mir [in Russian].
2. Didukh, P.Ya. (2012). *Osnovy bioindykatsii* [The basis of bioindication]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
3. Clements, F.E. (1928). *Plant succession and indicators*. New York: Hafner Press [in English].
4. Bessonova, V.P. (1992). Sostojanie pyl'cy kak pokazatel' zagrjaznenija sredy tjazhelymi metallami [Pollen status as an indicator of environmental contamination with heavy metals]. *Ekologija — Ecology*, 4, 45–50 [in Russian].
5. Shevtsova, T.V., Harkava, K.H., Bryndza Ya. [et al.]. (2014). Morfometriia pylkovykh zeren berezy boro-davchastoi iak indykator iakosti ekostanu [Morphometry of pollen grains of birch birch as an indicator of ecostation quality]. *Pytannya bioindykatsiji ta ekolohiji — Bioindication and ecology questions*, 19, 2, 121–138 [in Ukrainian].
6. Voloshyn, M.I., Tertychna, O.V., Svaliavchuk, L.I. (2017). Obgruntuvannia vyboru model'nykh ptakhopidpriemstv dlia ekolohichnykh doslidzhen' [Justification of the choice of model poultry enterprises for environmental researches]. *Ahroekolohichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 3, 116–122 [in Ukrainian].
7. Gorovaja, A.I., Digurko, V.M. (1995). Citogeneticheskaja ocenka mutagennoho fona v promyshlennom Pridneprov'e [Cytogenetic evaluation of mutagenic background in industrial Dnieper]. *Tsitologija i genetika — Cytology and Genetics*, 29, 5, 16–22 [in Russian].
8. Gusev, N.G., Beljaev, V.A. (1991). *Radioaktivnye vybrosy v biosfere* [Radioactive emissions in the biosphere]. Moskva: Jenergoatomizdat [in Russian].

## БАКТЕРІАЛЬНІ ТА ВІРУСНІ ВОГНИЩА ХВОРОБ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН ЛІСОВИХ БІОЦЕНОЗІВ

А.В. Орловський<sup>1</sup>, А.А. Бойко<sup>2</sup>, Н.П. Сус<sup>1</sup>, В.О. Цвігун<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

*Проведено аналіз результатів дослідження патогенів бактеріальних і вірусних хвороб на деревних рослинах лісових екосистем. Наведено оцінку продуктивності рослин на основі їх росту і розвитку та якості рослин груші, шипшини, суцвіття хмелю за умов інфекційного впливу патогенів. Досліджено комерційну продукцію на ураження збудниками хвороб різних таксономічних груп. Наведено список патогенів, що зумовлюють змішані інфекції, які є найбільш шкодочинними для деревних рослин лісових біоценозів, зокрема *Erwinia amylovora* та *Pseudomonas spp.**

**Ключові слова:** бактерії, віруси, біоценоз, якість.

На сьогодні оцінка екологічної ситуації біоценозів свідчить, що вплив біотичних та абіотичних чинників на біологічне різноманіття викликає значні зміни в їх структурі та функціонуванні. За таких умов патогени різних таксономічних груп набувають небезпечної мінливості та шкодочинності. Унаслідок дії цих чинників рослинний організм знижує свою продуктивність на фоні значних патологій. Доведено, що хімічне забруднення ґрунтів, річок і озер, монокультура в агроценозах, радіаційне навантаження тощо спричиняють швидкі мутаційні процеси вірусів, бактерій та мікроскопічних грибів. За таких умов непередбачено поведуться модифіковані рослини, у яких векторні системи часто використовують фрагменти вірусів.

Проведення дослідів зі збудниками хвороб деревних рослин надзвичайно ускладнюється ще й тому, що вони потребують врахування динаміки прояву інфекційного процесу впродовж усього календарного року. Крім того, у рослин часто діагностують змішані інфекції, що спричиняє та прискорює появу складних патологій листя, гілок, стовбурів, кореневої системи [1, 2].

Мета досліджень — оцінка можливого комплексного ураження рослин лісових екосистем збудниками бактеріальної та ві-

русної природи, які за попередніми скринінговими аналізами можуть викликати складні епіфітотії лісових масивів.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У роботі були використані традиційні та нові методи ідентифікації вірусних хвороб; методи скринінгу деревних рослин на ураження їх бактеріями, вірусами: візуальний метод, електронна мікроскопія, ІФА (для ізолятів вірусу тютюнової мозаїки — ВТМ), поживні середовища для бактерій, рослини-індикатори, люмінесцентна та світлова мікроскопія. Крім лісових дерев та кущів, обстежували супровідні рослини: суницю лісову, різні види подорожників, лободу білу, кропиву жалку. Для виявлення збудників комплексної інфекції було опановано та модифіковано експрес-метод. Під час деяких дослідів проводили аналіз посадкових рослин розсадників [3, 4], різнобічний комерційний матеріал яких був доступний у ринковій реалізації. Із ринкової продукції відібрали посадковий матеріал яблуні, плоди груш (сорт Парижанка, Бера, Дюшес).

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати досліджень свідчать, що деревні рослини в біоценозах лісу часто уражуються бактеріями та вірусами, формуючи комплексну інфекцію, яка спричиняє значні патології у рослин. Ці спалахи



інфекції найвірогідніше зумовлено автохтонними та алохтонними патогенами різних таксономічних груп. Серед вірусів домінують ВТМ, карлавірус, іларвірус, вірус огіркової мозаїки (ВОМ). Слід зауважити, що карлавіруси часто латентно вражають такі рослини, як дикий хміль, ліщину, березу. Проте за певних умов в агроценозах карлавіруси індукують складні патології на різних сортах хмелю, ефіроолійної троянди, картоплі, квітково-деревних рослин. Наприклад, мінімальне ураження цим вірусом рослин хмелю в агроценозах становить близько 28%, а для деяких сортів цей показник сягає 64–100%. Карлавіруси мають ниткувату форму близько 630–650 нм завдовжки та 12 нм завширшки — вони чітко проглядаються на екрані електронного мікроскопа. Збудник часто уражує деревні рослини разом з іларвірусом (ізометричний патоген  $\approx 32$  нм), останній, як відомо, поширюється на плодоягідних рослинах.

За використання різних методик було встановлено, що рослини дикої груші пользахисних смуг інфіковано бактерією *Erwinia* spp. З огляду на характерні ознаки, бактерію можна віднести до *E. amylovora*. Цей вид бактерій на рослинах часто спричиняє всихання верхівок рослини та бічних гілок, плоди дикої груші дрібніють і покриваються чорно-коричневими плямами. На агаризованому середовищі (КА) бактерія індукує округлі колонії. Відомо, що *Erwinia* spp. можуть уражатися багато видів рослин. В електронному мікроскопі чітко розрізняються фагоподібні частки, що проявляються на гомогенатах із бактерією [5]. Ця бактерія на рослинах дикої груші іноді ідентифікувалася з іларвірусом. Зауважимо, що комплексна інфекція (вірус + бактерія) значно підсилює патологічні процеси у рослин: листя скручувалося, чорніло, плоди різко опадали, уражені плямистістю.

Слід наголосити, що бактеріальні хвороби часто є супутніми інфекціями впродовж усього життя у різних видів рослин. До таких хвороб слід віднести рак дуба — збудник *Pseudomonas* spp. Проявом захворювання, як свідчать дослідження, є

формування на стовбурах рослин галоподібних виростів та деформація кори. Захворюваність спостерігається у молодих запущених насадженнях дуба, у процесі росту і розвитку яких формується здуття кори. На деяких територіях лісових та паркових насаджень дуба хвороба охоплює близько 40–55% дерев. Слід відзначити, що на ранніх стадіях росту рослин у них діагностуються вірусоподібні частки, які за морфологічними ознаками подібні до іларвірусу.

Аналіз скринінгових результатів виявлення бактеріальних та вірусних хвороб, з огляду на попередні наші дослідження, свідчить про необхідність комплексного підходу до вивчення збудників захворювань різних таксономічних груп біологічного різноманіття лісових екосистем. До них необхідно включити збудники трав'янистих рослин, грибів, векторні об'єкти (нематоди, попелиці, трипси, кліщі). Також слід зауважити, що хворобам лісових та лучних екосистем за певних умов властиво обмінні інфекційні процеси, які часто є непередбаченими для живих організмів біоценозів. Унаслідок цього відбувається контамінація патогенами ґрунту, водних екосистем, тварин.

У наведеному матеріалі (табл.) розглянуто основні бактеріальні та вірусні хвороби рослин лісових екосистем, які мають домінантне поширення та є шкодочинними.

Отже, останнім часом за дії різних чинників лісові екосистеми зазнають значної деградації. Свідченням цього є також підвищення епіфітотій бактеріальної та вірусної природи.

## ВИСНОВКИ

Для отримання якісного посадкового матеріалу лісових деревних рослин у розсадниках слід впровадити технології сучасних методів діагностики та ідентифікації бактерій, вірусів, а також інших патогенів різних таксономічних груп.

На базі провідних інститутів НААН слід розширити дослідження з проблем оцінки якості рослинної продукції, насіння, матеріалу *in vitro*, живців, саджанців. Крім

**Бактеріальні та вірусні хвороби і їх збудники на багаторічних рослинах лісових екосистем**

| № | Об'єкт, хвороба                                                                                | Патоген                                                       | Додаток (примітка)                                                                                                              |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Рак дуба (гали, вирости, деформація кори) на стовбурі                                          | Бактерія <i>Pseudomonas</i> spp.                              | Уражує молоді запусені насадження (локальне здуття). Інколи виділяється іларвіус нематоди                                       |
| 2 | Опік на рослинах дикої груші                                                                   | Бактерія <i>Erwinia</i> spp. ( <i>amylovora</i> )             | Уражує всі органи рослини: листя чорніє, гілки всихають, на плодах з'являються чорно-коричневі плями                            |
| 3 | Вірусні хвороби берези                                                                         | ВОМ, карлавірус                                               | На молодих деревах спостерігаються тільки ВОМ, що спричиняє здуття на стовбурі та гілках                                        |
| 4 | Інфекційна хвороба клена гостролистого                                                         | Ізоляти ВТМ, ВОМ, карлавірус                                  | Домінантним патогеном є ВТМ — до 80% дерев уражаються нематодами, які контаміновані сферичними вірусами                         |
| 5 | Скручування та мозаїка листя рослин різних сортів хмелю.<br><br>Латентна інфекція дикого хмелю | Карлавірус, іларвірус<br><br>В основному, латентна форма      | Крім вірусів, виділяються фітоплазми, віроїд, бактерія <i>Pseudomonas</i> spp.<br><br>Латентна контамінація — резервуар вірусів |
| 6 | Хлорозно-некротична хвороба ліщини                                                             | В основному, іларвірус, карлавірус                            | Часто латентна форма                                                                                                            |
| 7 | Локальне пожовтіння крон сосни та всихання всієї рослини                                       | Неідентифіковані ниткуваті-паличкоподібні структури, нематоди | Охоплює близько 40–83% дерев                                                                                                    |

того, необхідно розробити та впровадити тест-системи для виявлення домінантних патогенів лісових рослин, виділених у екологічних регіонах України.

Також слід створити державний депозитарій фітовірусів деревних рослин лісових

екосистем для різнопланового використання у технологічних процесах. Впровадити систему профілактичних заходів з запобігання захворюваності дерев лісових масивів на основі використання природних органічних сполук та мінералів.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Бойко А.Л. Екологія вірусів рослин / А.Л. Бойко. — К.: Вища школа, 1990. — 167 с.
2. Циліорик А.В. Лісова фітопатологія / А.В. Циліорик, С.В. Шевченко. — К.: КВІЦ, 2008. — 464 с.
3. Тряпичина Н.В. Поширення іларвірусів у Південному та Східному Степу України / Н.В. Тряпичина, С.О. Васюта // Сільськогосподарська мікробіологія. — 2011. — № 13. — С. 137–147.
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. Бойко А.Л. Вивчення фагів фітопатогенних бактерій в Антарктиді / А.Л. Бойко, Я.І. Семчук, В.М. Войцинський // Агроекологічний журнал. — 2004. — № 4. — С. 12–15.

## REFERENCES

1. Boiko, A.L. (1990). *Ekologiya virusov rasteniy [Ecology of plant viruses]*. Kyiv: Vyshcha shkola [in Russian].
2. Tsyliuryk, A.V., Shevchenko, S.V. (2008). *Lisova fitopatolohiya [Forest phytopathology]*. Kyiv: KVITS [in Ukrainian].
3. Tryapitsyna, N.V., Vasyuta, S.O. (2011). Poshyrennya ilarvirusiv u Pivdenному ta Skhidnomu Stepu Ukrainy [Distribution of Ilvarviruses in the Southern and Eastern Steps of Ukraine]. *Silskohospodarska mikrobiolohiya — Agricultural Microbiology*, 13, 137–147 [in Ukrainian].
4. Boiko, A., Chabaniuk, Ya., Boiko, O., Orlovskiy, A., Melnychuk, O., Tsvihun, V. (2017). General method of discovering bacteria, their phages and other pathogens detection in fungi and plants. *Ahroekologichnyi zhurnal — Ahroecological journal*, 1, 131–133 [in English].
5. Boiko, A.L., Semchuk, Ya.I., Voitsinsky, V.M. (2004). Vyvchennya fahiv fitopatohennykh bakteriy v Antarktydi [Study phages of phytopathogenic bacteria in Antarctica]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Ahroecological journal*, 4, 12–15 [in Ukrainian].

УДК 630\*231:626.87

## ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ВІДНОВЛЕННЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ НА ПЕРЕЛОГАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

**В.А. Захарчук**

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Здійснено оцінку природного поновлення сосни звичайної на виведених із сільськогосподарського користування землях Житомирського Полісся, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС. Встановлено, що головними екологічними чинниками, які впливають на природне поновлення деревної рослинності на перелогах, є: ґрунтові умови, рівень зволоження території, видовий склад і щільність надґрунтового рослинного покриву. Доведено, що успішне поновлення сосни звичайної можливе за таких умов: наявності біля перелогу з боку домінуючих вітрів насадження репродуктивного віку і задовільного зволоження ґрунту у вегетаційний період упродовж 2–3 років після накопичення насіння.*

**Ключові слова:** природне поновлення деревних порід, перелоги, радіоактивне забруднення, екологічні чинники.

Унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС радіонуклідного забруднення зазнали понад 500 тис. га земель сільськогосподарського призначення [1]. Рівні цього забруднення вимірювались у межах 37–1480 кБк/м<sup>2</sup>. У Житомирському Поліссі з обігу було вилучено 71,9 тис. га сільськогосподарських угідь, в т.ч. 31,8 тис. га внаслідок високих рівнів радіоактивного забруднення [2].

Наразі ці площі перейшли в категорію перелогових земель, на яких під впливом

сукцесійних процесів поступово відновлюється трав'яна та деревна рослинність. Дослідженнями вітчизняних вчених [3–5] доведено, що лісові насадження природного походження є стійкішими і продуктивнішими, ніж штучні насадження, створені людиною. Крім того, істотне погіршення санітарного стану і усихання значних площ лісових насаджень на Поліссі в останні десятиліття змушує лісівників переорієнтовуватись на так зване наближене до природи лісівництво, тобто на використання насінневого природного поновлення лісів [6].

Слід наголосити, що успішне поновлення аборигенних деревних порід на пере-

логах лімітується комплексом едафічних і біотичних чинників, а штучне лісорозведення на радіоактивно забруднених землях наражається на небезпеку додаткового опромінення працівників, які здійснюють комплекс лісокультурних робіт. Тому дослідження процесів формування природного поновлення деревних порід на радіоактивно забруднених землях Житомирського Полісся мають як практичне, так і наукове значення.

Мета роботи — оцінка можливості відновлення лісових екосистем та сукцесій деревної рослинності на виведених із сільськогосподарського користування землях Житомирського Полісся.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на землях Овруцького р-ну Житомирської обл., виведених із сільськогосподарського користування внаслідок радіоактивного забруднення після аварії на ЧАЕС. Дослідний полігон — це природне поновлення сосни звичайної різного віку на перелозі поблизу с. Левковичі на схилі південно-східної експозиції з ухилом 3°. Ґрунт на ділянці — дерново-підзолистий, глеюватий, кам'янистий, уміст гумусу — 0,9%, pH — 5,3, щільність забруднення  $^{137}\text{Cs}$  — 53,0,  $^{90}\text{Sr}$  — 7,5 кБк/м<sup>2</sup>, щільність ґрунту — 1,45 г/см<sup>3</sup>, можливий запас продуктивної вологи в шарі 0–100 см — 180 мм.

Для закладки пробних площ і вивчення лісовідновлення на перелогах і в лісових насадженнях природного походження застосовували загальнонаукові методи та лісівничо-таксаційні методики, а для обробки експериментальних даних — математико-статистичні програми.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для оцінки поширення вікової структури та кількісних характеристик природного поновлення сосни звичайної на перелогах уперше в умовах Полісся використовували безпілотний літальний апарат (БЛА) DJI Phantom-3, за допомогою якого було отримано ортофотоплани місцевості. Аерофотозйомку здійснювали 11 жовтня 2016 р.

за сприятливих погодних умов: малохмарне небо, видимість — необмежена. Висота знімання становила 200 м.

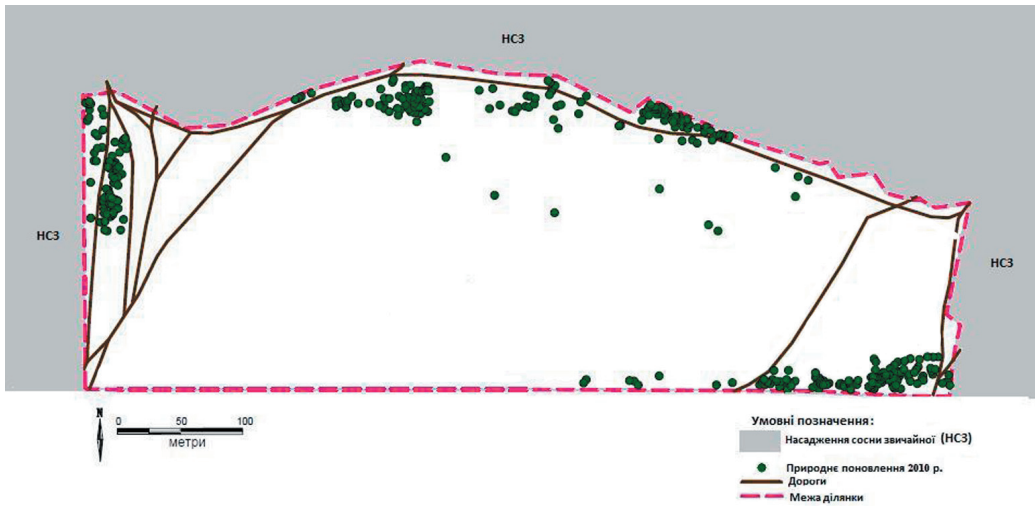
Для визначення меж полігонів додатково було проведено серію польотів уздовж поля на висоті 50 м з проміжками 30 м. Під час польоту здійснювали фотофіксацію самосіву деревних порід через кожні 15 м.

Програмним забезпеченням БЛА до кожного знімка визначали геокоординати місцеперебування апарата в момент фотофіксації. Похибка визначення координат БЛА становить  $\pm 1$  м. Фотознімки записувались на цифровий носій у форматі JPEG з роздільною здатністю 4000×2250 пікселів. Для отримання ортофотоплану здійснювали поєднання фотознімків за допомогою програмного забезпечення Kolor Autopano Giga версії 4.2. Перегляд фотознімків проводили у середовищі FastStone Image Viewer версії 5.5. За потреби зображення збільшували до 200%. Для геоінформаційної обробки результатів використовували програмне забезпечення MapInfo Professional версії 12.5.

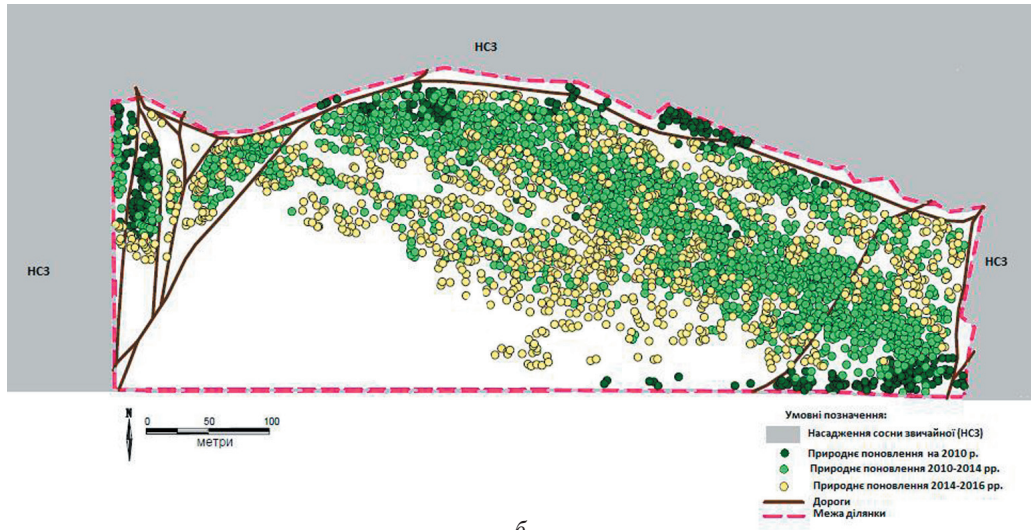
Прив'язку координат здійснювали відповідно до стандарту World Geodetic System (WGS 84). За допомогою ортофотоплану було створено план-схему локалізації самосіву сосни звичайної на місцевості станом на жовтень 2010 та 2016 рр. (рис. — а, б).

За даними аерофотозйомки природного поновлення на пробній площі поблизу с. Левковичі Овруцького р-ну на перелозі загальною площею 15 га, станом на жовтень 2010 р., налічувалось 324 од. самосіву дерев сосни звичайної. За період до 2014 р. кількість самосіву збільшилась на 2852 од., а ще за два роки — на 1168, і в жовтні 2016 р. загальна кількість самосіву дерев сосни звичайної на площі 10 га становила 4344 од.

За результатами суцільного переліку самосіву на пробній площі встановлено, що зі збільшенням відстані від насадження репродуктивного віку (джерела насіння) кількість дерев поступово зменшується. Максимальна кількість самосіву на одини-



а



б

Локалізація самосіву сосни звичайної станом на жовтень: а) 2010 р.; б) 2016 р.

ці площі — 2400 од./га (табл.) налічується на відстані 0–50 м від насадження репродуктивного віку, що зростає вздовж перелогу з боку домінуючих північно-західних вітрів. На відстані 50–100 і 100–150 м від насадження кількість самосіву на одиницю площі була в 1,1 і в 1,2 раза меншою відповідно.

Аналогічну закономірність розподілу самосіву на площі було встановлено до-

слідженнями природного поновлення сосни звичайної на перелогах Чернігівського Полісся [4].

Відповідно до біометричних показників росту (табл.), самосів сосни звичайної є добре розвиненим, і за оцінкою стану дерев (за Ю.А. Злобіним) його можна віднести до категорії процвітаючого [7].

Слід зауважити, що за шкалою оцінки успішності природного поновлення під

**Вікова структура та біометрична характеристика самосіву сосни звичайної**

| Вік, років                              | Кількість на га |            | Висота, м  |      |      | Діаметр, см |      |     |
|-----------------------------------------|-----------------|------------|------------|------|------|-------------|------|-----|
|                                         | од.             | %          | середня    | max  | min  | середня     | max  | min |
| <i>с. Левковичі, 0–50 м від лісу</i>    |                 |            |            |      |      |             |      |     |
| 6                                       | 100             | 4,2        | 1,48       | 1,65 | 1,3  | 0,75        | 1,0  | 0,5 |
| 7                                       | 1400            | 58,3       | 1,99       | 3,4  | 1,35 | 1,54        | 3,0  | 0,7 |
| 8                                       | 900             | 37,5       | 2,30       | 2,95 | 1,65 | 2,18        | 5,0  | 0,8 |
| <b>Усього</b>                           | <b>2400</b>     | <b>100</b> |            |      |      |             |      |     |
| <i>с. Левковичі, 50–100 м від лісу</i>  |                 |            |            |      |      |             |      |     |
| 6                                       | 450             | 21,0       | 1,67       | 2,0  | 1,45 | 0,67        | 0,8  | 0,5 |
| 7                                       | 1100            | 51,1       | 2,36       | 3,05 | 1,35 | 1,77        | 3,0  | 0,5 |
| 8                                       | 600             | 27,9       | 2,97       | 3,25 | 2,35 | 3,92        | 5,0  | 2,0 |
| <b>Усього</b>                           | <b>2150</b>     | <b>100</b> |            |      |      |             |      |     |
| <i>с. Левковичі, 100–150 м від лісу</i> |                 |            |            |      |      |             |      |     |
| 6                                       | 350             | 17,0       | 1,66       | 2,55 | 1,3  | 1,6         | 4,0  | 0,5 |
| 7                                       | 1500            | 61,0       | 2,12       | 3,25 | 1,5  | 1,43        | 2,5  | 0,7 |
| 8                                       | 450             | 22,0       | 2,75       | 3,25 | 2,05 | 3,56        | 5,0  | 2,0 |
| <b>Усього</b>                           | <b>2050</b>     | <b>100</b> |            |      |      |             |      |     |
| <i>с. Корчівка, 0–50 м від лісу</i>     |                 |            |            |      |      |             |      |     |
| 6                                       | 150             | 5,2        | 1,63       | 1,8  | 1,5  | 0,73        | 0,9  | 0,5 |
| 7                                       | 200             | 6,9        | 2,64       | 5,5  | 1,45 | 1,38        | 3,0  | 0,5 |
| 8                                       | 1050            | 36,2       | 2,82       | 9,25 | 1,5  | 2,24        | 4,5  | 0,5 |
| 9                                       | 600             | 20,7       | 2,82       | 3,95 | 1,6  | 2,98        | 8,0  | 0,6 |
| 10                                      | 800             | 27,6       | 4,26       | 6,0  | 2,2  | 6,22        | 10,0 | 2,0 |
| 11                                      | 0               | 0          | –          | –    | –    | –           | –    | –   |
| 12                                      | 100             | 3,4        | 6,82       | 9,0  | 4,65 | 11,0        | 16,0 | 6,0 |
| <b>Усього</b>                           | <b>2900</b>     |            | <b>100</b> |      |      |             |      |     |

наметом материнського насадження або на зрубках за методикою УкрНДІЛГА [5] кількість самосіву менше ніж 3000 од./га вважається незадовільною.

На нашу думку, згадану шкалу недоцільно використовувати для оцінки природного поновлення на перелогах, оскільки відновлення лісу відбувається на площах, вільних від деревної рослинності, в зовсім інших мікрокліматичних і трофічних умовах. Тому самосів сосни звичайної на

перелогах у кількості 2000 од./га, віком від 3 і більше років є задовільним для розвитку різновікового природного деревостану, оскільки з формуванням лісового середовища і з настанням репродуктивної здатності дерев буде відбуватися підсів на сіння від самосіву дерев, які зростають на перелозі. У такий спосіб кількість дерев на одиниці площі буде поступово збільшуватися, і з часом на площі сформується повноцінне різновікове насадження.



Формування самосіву деревних порід як на перелогах, так і під наметом материнського насадження відбувається у чотири етапи: 1) плодоношення дерев; 2) проростання насіння і укорінення сходів; 3) ріст і розвиток самосіву; 4) ріст і розвиток підросту. Успішність кожного з етапів залежить від біоекологічних властивостей деревних порід, кліматичних, едафічних та інших чинників [3].

Одним із основних обмежувальних чинників природного поновлення деревної рослинності є родючість ґрунту. Сосна звичайна успішно поновлюється в умовах свіжих борів і суборів. У більш багатих умовах місцезростання конкурентом самосіву сосни є трав'яна рослинність, у вологих і мокрих типах лісу на Поліссі відновлюється береза і вільха.

Для відновлення сосни звичайної, за таких самих умов, є необхідним збіг високої врожайності насіння і наявності субстрату — середовища, яке відповідає умовам успішного проростання насіння і подальшого росту сходів, тобто має бути сформована екологічна ніша [8] — задовільна кількість опадів, відповідна вологозабезпеченість ґрунту і сприятливий температурний режим упродовж вегетаційного періоду.

Аналіз вікової структури самосіву на досліджуваній площі (табл.) свідчить, що на перелозі поблизу с. Левковичі самосів сосни звичайної має 6–8-річний вік, а поблизу с. Корчівки — 6–12-річний. Тобто найсприятливішим для формування самосіву сосни звичайної був 2008 р., коли за даними метеостанції м. Овруча у вегетаційний період випало 292 мм опадів, запас вологи у шарі ґрунту 0–20 см варіював від

62 до 27 мм, у шарі 0–50 см — від 139 до 48, у шарі 0–100 см — від 258 до 100 мм.

Іншим важливим чинником, що впливає на природне поновлення деревних рослин, є рослинний покрив — його видовий склад і щільність покриття ґрунту. Дослідна територія до виведення із сільськогосподарського користування використовувалась як випас, тому на ній утворилася своєрідна рослинність. Зауважимо, що самосів сосни звичайної формується на ділянках зі злаковою рослинністю і різнотрав'ям, а на ділянках, де в рослинному покриві переважає нечуйвітер волохатенький, він відсутній, тобто вказана рослина формує дендробар'єр для насіння деревних порід, яке не досягає поверхні ґрунту, а зависає на листі.

## ВИСНОВКИ

У Житомирському Поліссі на виведених із сільськогосподарського користування перелогових землях під впливом сукцесійних процесів поступово відновлюється деревна рослинність. Успішність природного поновлення лісу залежить від низки екологічних чинників — родючості ґрунтового покриву, його вологозабезпечення, видового складу трав'яного покриву і щільності покриття поверхні ґрунту, а також від наявності лісового насадження — джерела забезпечення насінням.

На перелогах з бідними ґрунтами поновлюється сосна звичайна. Самосів утворюється на відстані до 200 м від лісу з підвітряного боку домінуючих вітрів (у лютому — березні під час розкриття шишок і льоту насіння). Максимальна кількість самосіву сосни звичайної формується на відстані 0–200 м від лісу, а далі — кількість самосіву різко зменшується.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Галич М.А. Агроєкологічні основи використання земельних ресурсів Житомирщини / М.А. Галич, В.П. Стрельченко. — Житомир: Волинь, 2004. — 181 с.
2. Чорний біль Житомирщини: Монографія / (За ред. А.Б. Войтенка, В.П. Бондарева, О.М. Іващенко та ін.). — Житомир: Льонок, 2001. — 448 с.
3. Культури сосни звичайної в Україні / М.І. Гордієнко, В.П. Шлапак, А.Ф. Гойчук та ін. — К.: Вістка, 2002. — 872 с.
4. Білоус М.М. Природне поновлення лісових насаджень на непридатних для сільськогосподарського виробництва землях Чернігівського Полісся [Електронний ресурс] / М.М. Білоус // Наукові

- доповіді НАУ. — Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/nd/2006-2/06bmmosp>
5. *Ведмідь М.М.* Відновлення природних лісостанів західного Полісся / М.М. Ведмідь, В.Д. Шкудор, В.О. Бузун. — Житомир: Полісся, 2008. — 304 с.
  6. *Маурер В.М.* Успішність природного поновлення сосни звичайної в умовах Рівненського Полісся [Електронний ресурс] / В.М. Маурер, С.А. Корень // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. — 2014. — Вип. 198 (2). — С. 115–121. — (Серія: Лісівництво і декоративне садівництво). — Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnuu\\_lis\\_2014\\_198%282%29\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnuu_lis_2014_198%282%29_20)
  7. *Салтыков А.Н.* Структурно-функциональные особенности естественного возобновления природных боров / А.Н. Салтыков. — Х.: ХНАУ, 2014. — 361 с.
  8. *Злобин Ю.А.* Оценка качества ценопопуляций подроста древесных пород / Ю.А. Злобин // Лесоведение. — 1976. — № 6. — С. 72–79.

## REFERENCES

1. Halych, M.A., Strelchenko, V.P. (2004). *Ahroekologichni osnovy vykorystannia zemelnykh resursiv Zhytomyrshchyny* [Agro-ecological bases of use of land resources of Zhytomyr region]. Zhytomyr: Volyn [in Ukrainian].
2. Voitenka, A.B., Bondarieva, V.P., Ivashchenko, O.M., Lavrinyovycha, M.I., Pavlova, H.L. & Shcherby, S.P. (2001). *Chornyi bil Zhytomyrshchyny: Monohrafiia* [Black pain in Zhytomyr region: Monograph]. Zhytomyr: Lyonok [in Ukrainian].
3. Hordiienko, M.I., Shlapak, V.P., Hoichuk, A.F., Rybak, V.O. & Mauer, V.M. (2002). *Kultury sosny zvychnoi v Ukraini* [Pinus silvestris plantations in Ukraine]. Kyiv: Vistka [in Ukrainian].
4. Bilous, M.M. (2006). Pryrodne ponovlennia lisovykh nasadzhen na neprydatnykh dlia silskohospodarskoho vyrobnytstva zemliakh Chernihivskoho Polissia [Natural renewal of forest plantations in of Chernigov Polissya land that is unsuitable for agricultural production]. *Naukovi dopovidi NAU — Scientific reports of NAS*. Retrieved from <http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/nd/2006-2/06bmmosp> [in Ukrainian].
5. Vedmid, M.M., Shkudor, V.D., Buzun, V.O. (2008). *Vidnovlennia pryrodnykh lisostaniv zakhidnoho Polissia* [Restoration of Western Polissya natural forests]. Zhytomyr: Polissia [in Ukrainian].
6. Maurer, V.M. Koren, S.A. (2014). Uspishnist pryrodnoho ponovlennia sosny zvychnoi v umovakh Rivnenskoho Polissia [The success of natural pine regeneration in the conditions of the Rivne Polissya]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy — Scientific herald of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine*, 198, 2, 115–121. Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnuu\\_lis\\_2014\\_198%282%29\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnuu_lis_2014_198%282%29_20) [in Ukrainian].
7. Saltykov, A.N. (2014). *Struktumo-funktsionalnye osobennosti estestvennogo vobnovleniya pryrodnykh borov* [Structural and functional features of natural regeneration of natural hogs]. Kharkiv: KhNAU [in Russian].
8. Zlobin, Yu.A. (1976). Otsenka kachestva tsenopopulatsyi podrosta drevesnykh porod [Assessment of the quality of tree species young growth cenopopulations]. *Lesovedeniye — Forest Science*, 6, 72–79 [in Russian].

**СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК ЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ  
ХІМІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ РОСЛИН В УКРАЇНІ****(до 80-річчя від дня народження  
доктора сільськогосподарських наук Л.Д. Юрчак)****В.А. Вергунов, Е.В. Юрчак***Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН*

*Наведено інформацію про наукову діяльність доктора сільськогосподарських наук Л.Д. Юрчак (1937–2010 рр.), однієї з плеяди вчених, яка зробила вагомий внесок у розвиток вітчизняної алелопатії. Акцентуючи увагу на екологічних засадах хімічної взаємодії рослин у різних типах фітоценозів, нею визначено роль мікроорганізмів щодо ґрунтовтоми у посівах бобових, квіткових, плодових, кормових і ароматичних культур, що сприяє підвищенню рівня родючості ґрунту та збільшенню отримання високоякісної рослинницької продукції. На прикладі ароматичних рослин дослідниця комплексно обґрунтувала екологічний підхід у виконанні актуальних завдань сільського господарства.*

**Ключові слова:** Л.Д. Юрчак, хімічна взаємодія рослин (алелопатія), А.М. Гродзинський, ґрунтова, ароматичні рослини, екологія.

Характерною ознакою сучасної природознавчої парадигми є підвищений інтерес до еволюції наукових ідей, творчої діяльності наукових шкіл та переосмислення здобутків вітчизняних учених, яким належить вагомий внесок у становлення й розвиток агробіологічної науки та дослідної справи, що потребує неупередженої оцінки в умовах ринкової економіки та європейської інтеграції держави.

У цьому аспекті вивчення наукової спадщини доктора сільськогосподарських наук Юрчак Лариси Дем'янівни (1937–2010 рр.) є актуальним і доцільним завданням. Вона увійшла до плеяди фундаторів вчення про хімічну взаємодію рослин, або алелопатії як окремого напрямку природознавства початку 60-х рр. XX ст. Майже півстоліття вона плідно працювала у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України (НБС імені М.М. Гришка) та своєю творчою діяльністю доклала зусиль до ствердження наукових уявлень про алелопатію.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Комплексно використовували загальні методологічні принципи історизму, об'єктивності, науковості, наступності, а також загальнонаукові, специфічно-історичні та міждисциплінарні методи.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Юрчак Лариса Дем'янівна народилася 23 серпня 1937 р. у м. Канську Красноярського краю (РФ) у родині викладача сільськогосподарського технікуму.

У 1955–1960 рр. навчалася у Київському державному університеті імені Т.Г. Шевченка на біологічному факультеті. Після закінчення навчання отримала направлення на посаду старшого лаборанта в Інститут ботаніки (нині — імені М.Г. Холодного) АН УРСР у відділ фізіології рослин, де формувалася група алелопатії під керівництвом старш. наук. співроб. А.М. Гродзинського (у подальшому — академік АН УРСР). Саме тут на початку 60-х рр. минулого століття А.М. Гродзинським та його помічниками було закладено перші цеглини нового наукового напрямку — алелопатії, а для Л.Д. Юрчак розпочалося наукове життя [1].

В Інституті ботаніки майбутня вчена спілкувалася і переймала досвід у науковців різних поколінь: старшого — А.Г. Гончаров, В.А. Гарнага, А.Н. Закордонець, М.Ф. Макаревич; середнього — А.М. Гродзинський, К.М. Ситник, Л.О. Ейнон, Р.Ф. Процько, О.Б. Бойчук; молодого — Л.І. Мусатенко, Т.М. Філіппович, Н.І. Мохова, А.Г. Батрак, Л.С. Драбкіна, Т.Я. М'якушко та ін. Загальна атмосфера, що панувала в Інституті ботаніки, сумісні засідання відділів, наукові дискусії, в яких учені відстоювали свої думки, позитивно вплинула на становлення наукової свідомості Л.Д. Юрчак.

Оскільки новий напрям — алелопатія — у наукових колах Інституту ботаніки сприймався скептично і спочатку не набув належної підтримки, А.М. Гродзинський із групою молодих вчених вирішив відстоювати свої переконання щодо хімічної взаємодії рослин, ґрунтуючись на новітніх експериментальних даних [2]. Власне узагальнення бачення перспектив розвитку рослинництва вчений виклав у брошурі під заголовком «Рослинництво майбутнього» (1964). У цій науковій праці акумульовано фактично всі дослідження А.М. Гродзинського з цієї проблеми, включаючи алелопатичні проблеми [3].

У 1962 р. було вперше опубліковано результати досліджень, одержаних із застосуванням розробленого біологічного методу визначення активності фітотоксичних речовин за допомогою пророслого насіння. Експериментальну мікробіологічну частину цієї роботи виконувала молодий спеціаліст Інституту Л.Д. Юрчак. Удосконалена нею методика з вивчення фітотоксичних водорозчинних і летких речовин насіння, плодових оболонок, листків і коріння рослин, мертвої підстилки, кореневих виділень тощо надала змогу одержувати цілком достовірні результати [4].

Поступово накопичувалися факти, підґрунтям яких були результати чисельних дослідів. Для перевірки цих даних, а також накопичення й ретельного вивчення нового матеріалу про алелопатичні властивості рослин різних типів фітоценозів група науковців-алелопатів під керівництвом А.М. Гродзинського неодноразово виїжджала з експедиціями до заповідників «Стрілецький Степ», «Хомутівський Степ», «Михайлівська Цілина», «Кам'яні Могили», в яких активну участь брала і дослідниця Л.Д. Юрчак. З часом, спираючись на новітні дослідження науковців групи А.М. Гродзинського, новий напрям (алелопатію) поступово почали визнавати у наукових колах.

У травні 1965 р. А.М. Гродзинського призначили директором Центрального республіканського ботанічного саду (ЦРБС) АН УРСР, тому групу алелопатії було переведено до цієї установи у відділ екології та фізіології рослин (від 1983 р. — відділ алелопатії). Головним завданням цього відділу було вивчення взаємодії рослинних організмів, зокрема їх конкуренції за фактори життя і хімічної взаємодії або алелопатії [5].

Незабаром А.М. Гродзинський спрямовує наукові інтереси Л.Д. Юрчак на дослідження ролі мікроорганізмів у міжвидових взаємовідносинах фітоценозів. Об'єктом перших досліджень став сидеральний люпин, під час яких особливу увагу приділяли супутній мікрофлорі ґрунту. У процесі роботи науковець оволоділа різними мето-

диками з мікробіології, фізіології та біохімії. Впродовж 1967–1971 рр. вона провела дослідження в польових та лабораторних умовах, що стосувалися використання післяжнивних решток як добрив, а також сидерального люпину як зеленого добрива.

На основі своїх наукових розробок Л.Д. Юрчак у 1971 р. успішно захистила кандидатську дисертацію («Фізіологічески активные вещества сидерального люпина и сопутствующей микрофлоры») в Інституті ботаніки АН УРСР. Після захисту вона продовжувала досліджувати сидеральні властивості люпину: вивчала питання алелопатично активних сполук водних екстрактів та летких речовин, що утворюються під час розкладання люпину, та докладніше — вплив активних метаболітів мікроорганізмів на його перегнивання тощо [6–8].

У 1976 р. Л.Д. Юрчак розпочала досліджувати алелопатичні властивості рослин у різних типах фітоценозу, роль мікроорганізмів у процесі формування ґрунтового мікроорганізми під посівами польових і кормових культур, а також систему обробітку ґрунту і раціонального використання добрив, з'ясовуючи алелопатичну роль рослинних виділень у посиленні або, навпаки, послабленні токсичності ґрунту [9]. На цьому етапі вона плідно співпрацювала із канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб. Н.Н. Дзюбенко, досліджувала мікрофлору та алелопатичні особливості кормових рослин родини хрестоцвітних із професором Ю.А. Утеушем, який очолював відділ нових культур. Наслідком творчих стосунків стала опублікована у 1977 р. стаття, в якій наводилися результати впровадження у сільськогосподарське виробництво проміжних (кормових) культур, що сприяють збагаченню ґрунту різноманітними органічними речовинами, а також слугують повноцінною кормовою базою восени і навесні, коли інших зелених кормів ще немає [10].

Сумісні наукові розробки здійснювали з канд. с.-г. наук П.І. Бойком (нині професор, д-р с.-г. наук) із Українського НДІ землеробства (нині ННЦ «Інститут землеробства НААН»). Були проведені комплекс-

ні дослідження щодо токсичності ґрунту, мікробіологічних процесів, виявлення фітонематод тощо [11].

У 1980 р. Л.Д. Юрчак очолила групу науковців, з якою виконала значний обсяг дослідницьких робіт із вивчення алелопатичної активності квіткових та плодових культур. Досліджуючи алелопатичні процеси під квітковими рослинами, вона дійшла висновку про непрямої вплив специфічної мікрофлори на хімічні взаємовідносини рослин у фітоценозах. Така мікрофлора може розвиватися за тривалого використання земельної ділянки для вирощування монокультури, а також зумовлювати токсикоз ґрунту через високу біосинтетичну активність деяких її представників. Це спонукало вчених до поглибленого дослідження токсичних властивостей багатьох декоративно-квіткових рослин, що широко культивувалися в Україні для різних потреб [12–13].

Спираючись на дані власних мікробіологічних досліджень, Л.Д. Юрчак вивчала явище ґрунтового мікроорганізми під плодовими деревами (яблуня, груша, абрикос) у Бахчисарайському р-ні (АР Крим). Результати експериментальних робіт засвідчили, що численні види бацил є абсолютними антагоністами щодо інших груп ґрунтової мікрофлори. Завдяки такій властивості вони можуть завойовувати собі переважне місце в мікробіоценозі. Окрім того, оболонки спороутворювальних мікроорганізмів, унаслідок стійкості до різних екстремальних умов (інсоляції, радіації, засолення тощо), мають високі адаптивні властивості. Оскільки південні ґрунти постійно зазнають впливу високих температур, вони відрізняються високою біогенністю бацилярної флори. Дерева різних сортів яблуні виділяють у ґрунт значну кількість фенольних речовин і, як наслідок, під плодовими деревами у сфері впливу кореневої системи формується специфічне біохімічне середовище, що визначає структуру мікробіоценозу. У збірнику наукових праць (1983 р.) було опубліковано статтю Л.Д. Юрчак («Роль спорообразующих микроорганизмов в токсикозе почв плодовых насаждений»), в якій авторка аргументує,



що досліджені види бактерій є одним із основних чинників виникнення токсикозу ґрунту в плодowych садах [14].

Плідна робота Л.Д. Юрчак у напрямі дослідження ароматичних рослин припала на початок 80-х рр. XX ст. Вона уперше почала досліджувати алелопатичні та фітонцидні властивості інтродукованих ароматичних рослин, культивованих в Україні. Впродовж 30-ти років центром її наукових інтересів були алелопатія ефіроолійних і лікарських рослин, з'ясування ролі мікроорганізмів у ґрунті за культивування (проблема ґрунтовтоми), визначення біологічної активності ефірних олій та їх компонентів тощо [15]. Лариса Дем'янівна вивчала системну взаємодію ароматичних культур з іншими організмами. На її думку, недостатнє розуміння цього явища спричиняло труднощі їх вирощування. З цією метою Л.Д. Юрчак проробила велику організаційну роботу щодо з'ясування територіального розміщення радгоспів, які вирощували ароматичні культури — проведення експедицій, налагодження контактів із промисловістю. Проводилася пошукова робота з виявлення найбільш алелопатично активних лікарських речовин і підбору до них рослинних тестів. Найактивніші в алелопатичному аспекті рослини досліджували за фазами розвитку [16].

У 1986–1990 рр. Л.Д. Юрчак виконувала комплексну наукову роботу з дослідження алелопатичних властивостей ароматичних рослин поліфункціонального значення та супутньої ґрунтової мікрофлори. У цей період вона займалася дослідженнями з алелопатії щодо з'ясування виникнення ґрунтовтоми під промисловими насадженнями шавлії мускатної (*Salvia sclarea* L.), м'яти перцевої (*Mentha piperita* L.) та лаванди справжньої (*Lavandula officinalis* L.); фітонцидної активності лікарських та ефіроолійних культур, а також біологічної активності ефірних олій і їх компонентів. Застосовуючи мікробіологічні та алелопатичні методики, Л.Д. Юрчак виділяла й здійснювала ідентифікацію бактерій, грибів, актиноміцетів, споруутворювальних мікроорганізмів, а також досліджувала фі-

тотоксичні властивості ґрунтових мікроорганізмів.

Ґрунтуючись на результатах власних досліджень, Л.Д. Юрчак у 1990 р. опублікувала нову технологію вирощування ароматичних рослин («Рекомендации по возделыванию и уборке шалфея мускатного в Лесостепной зоне УССР»), яку впроваджувала на практиці у 90-х рр. XX ст. у Золотоніському р-ні (Черкаська обл.).

На початку 1996 р. Л.Д. Юрчак зосередилася на вивченні алелопатії в агробіогеоценозах ароматичних рослин саме в екологічному аспекті, досліджувала алелопатичні особливості провідних ефіроносів упродовж онтогенезу та вплив екологічних умов на їх прояв. Вона розкрила роль фізіологічно активних речовин ароматичних рослин та супутнього мікробного ценозу у формуванні явища ґрунтовтоми під шавлією мускатною, лавандою вузьколистого (*Lavandula angustifolia* L.), м'ятою перцевою та іншими культурами. У 1997 р. вийшла друком сумісна монографія за авторством Л.Д. Юрчак та Г.А. Побірченко «Культура шалфея мускатного в Лесостепи Украины», присвячена розв'язанню цієї проблеми.

Обґрунтовуючи результати багаторічних досліджень, Л.Д. Юрчак розробила нові сівозміни шавлії мускатної зерновокормово-ефіроолійного напрямку, характерною особливістю яких була наявність в них не одного, а двох-трьох видів ароматичних рослин, що має економічне значення для підвищення рентабельності ефіроолійного виробництва. Крім традиційних питань, що входять у кожну технологію вирощування рослин (підготовка ґрунту під посів, строки сівби, глибина загортання насіння і його якість тощо), Л.Д. Юрчак значну увагу приділила алелопатичним аспектам, на які раніше не зважали, — це вибір сорту з найменшими аутоінтолерантними властивостями, місце в сівозміні залежно від алелопатичного впливу попередньої та наступних культур у системі агрофітоценозу, алелопатична оцінка післяжнивних решток і відходів виробництва, вимоги до площі живлення з урахуванням алелопатичних



особливостей, до різних доз мінеральних добрив тощо. Ці новаторські алелопатичні підходи до розробки раціональної технології вирощування рослин Л.Д. Юрчак рекомендувала для обґрунтованого використання на практиці. Вона акцентувала увагу на інтродукції рослин як важливому чиннику у збереженні рослинних ресурсів планети і підкреслювала, що це цінний і перспективний резерв зростання продуктивності сільськогосподарського виробництва та інших галузей народного господарства.

Оскільки експериментального матеріалу було накопичено вдосталь, Л.Д. Юрчак прийняла рішення завершити докторську дисертаційну роботу («Екологічні основи алелопатичної взаємодії та післядії ароматичних рослин в агрофітоценозах»), яку почала писати ще на початку 90-х рр. XX ст. У 2002 р. в Інституті агроекології та біотехнології УААН (нині — Інститут агроекології і природокористування НААН) відбувся її захист. Наукові здобутки Л.Д. Юрчак продовжувала впроваджувати у виробництво, налагодивши плідну співпрацю із Золотоніським заводом горілчанних виробів. Вона одержала два патенти на горілчану продукцію — лікер «Шавлія» та бальзам «Цілющий», які було впроваджено у серійне вітчизняне виробництво, і вже на

період 2001 р. держава мала з цього 1,5 млн грн чистого прибутку.

Після захисту докторської дисертації, Л.Д. Юрчак зосередилася на поглибленому вивченні ароматичних рослин. Зокрема, нею було розкрито хімічну природу деяких колінів упродовж вегетації шавлії мускатної, м'яти перцевої, лаванди вузьколистий, чорнобривців; за алелопатичними, біохімічними та мікробіологічними показниками вона встановила здатність використання рослин роду *Calendula* як сидератів [17–19]. Брала участь у багатьох наукових конференціях, симпозіумах, семінарах, зокрема у 2004 р. Лариса Дем'янівна стеново оприлюднила доповідь на Другому європейському симпозіумі у м. Пулава (Польща). Після смерті академіка А.М. Гродзинського та професора Е.А. Головка, очолювала щорічний захід НБС імені М.М. Гришка НАН України — «День алелопатії» (15 жовтня), що мав доволі широку географію: дендропарки «Софіївка», «Олександрія», «Тростянець»; Полтавська дослідна станція; Чернігів; Житомир; Переяслав-Хмельницький тощо.

У 2005 р. вийшла друком монографія Л.Д. Юрчак «Алелопатія в агробіогеоценозах ароматичних рослин», де було оприлюднено останні досягнення в алелопатії,

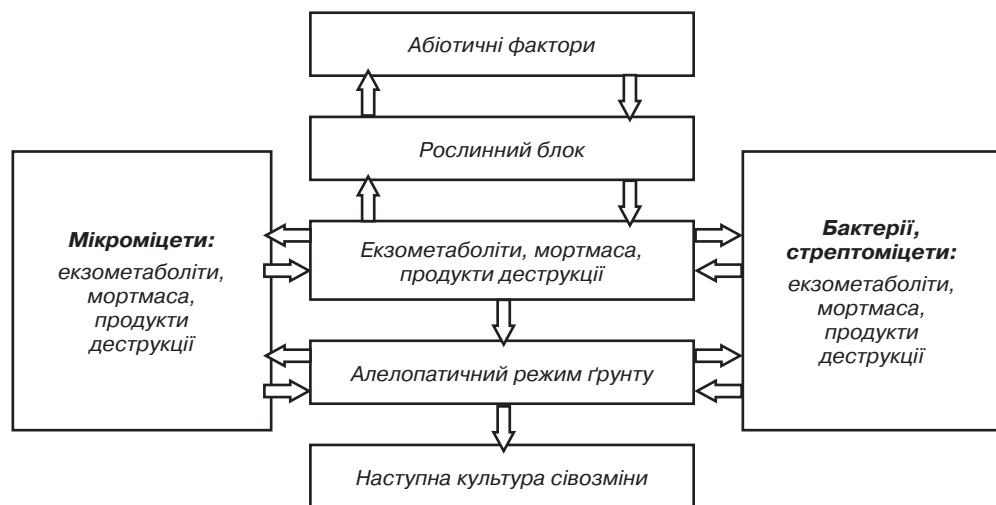


Схема формування алелопатичного режиму ґрунту в агроecosystemі (за Л.Д. Юрчак, 2005 р.)

отримані в незалежній Україні. Розглядалися теоретичні питання і практичні розробки в галузі алелопатичної взаємодії та післядії ароматичних рослин в агроєкосистемах за їх вирощування в умовах сівоzmіни, монокультури та сумісних культур.

За результатами власних комплексних досліджень ароматичних рослин Л.Д. Юрчак розкрила важливість їх взаємодії у виникненні явища ґрунтового та розробила схему формування алелопатичного режиму ґрунту. У такий спосіб вона довела, що алелопатичний режим ґрунту формується під впливом продуктів життєдіяльності рослин та мікроорганізмів.

Від 2006 р. Л.Д. Юрчак входила до складу спеціалізованої вченої ради Д 26.371.01 Інституту агроєкології та біотехнології УААН — представляла у раді спеціальність 03.00.16 — екологія (сільськогосподарські науки). Під її науковим керівництвом за-

хищено три дисертації. Вчена рецензувала та була офіційним опонентом багатьох кандидатських і докторських дисертацій. Також Л.Д. Юрчак була членом редакційної колегії «Агроєкологічного журналу» та «Інтродукція рослин», що видавалися Інститутом агроєкології та біотехнології УААН і НБС імені М.М. Гришка НАН України відповідно.

## ВИСНОВКИ

Загалом можемо констатувати, що системна робота Л.Д. Юрчак як вченої, її принциповий підхід до досліджуваних проблем, висока теоретична підготовка, глибокий аналіз одержаних результатів, спрямованість на впровадження теоретичних розробок у практику землеробства стали запорукою подальшої корисної й наполегливої праці зі становлення та розвитку алелопатії в Україні.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Юрчак Е.В.* Наукова діяльність доктора сільськогосподарських наук Л.Д. Юрчак у період становлення алелопатії в Україні / Е.В. Юрчак // Матеріали Міжнар. наук.-практ. семінару (Київ, 10 грудня 2013 р.). — К.: ННСГБ НААН, 2013. — С. 331–332.
2. *Гродзинський А.М.* Аллелопатия растений и почвоутомление: избр. тр. / А.М. Гродзинский; отв. ред. В.Д. Романенко. — К.: Наук. думка, 1991. — 432 с.
3. *Вергунов В.А.* Сільськогосподарська дослідна справа у творчій спадщині академіка АН УРСР А.М. Гродзинського / В.А. Вергунов // Інтродукція рослин. — 2012. — № 4. — С. 83–90.
4. *Юрчак Е.В.* Аналіз творчої спадщини Л.Д. Юрчак / Е.В. Юрчак // Історія освіти, науки і техніки в Україні: Матеріали XI Всеукр. конф. молодих вчених та спеціалістів (Київ, 16 травня 2016 р.). — Вінниця, 2016. — С. 288–290.
5. *Гродзинський А.М.* Центральний республіканський ботанічний сад АН УРСР на новому етапі діяльності / А.М. Гродзинський, М.А. Кохно, Ю.К. Киричок // Інтродукція та акліматизація рослин: республ. міжвід. зб. — К.: Наук. думка, 1966. — С. 3–7.
6. *Юрчак Л.Д.* Аллелопатически активные соединения водных экстрактов из разлагающегося люпина / Л.Д. Юрчак // Физиологически активные соединения биогенного происхождения: Материалы II Всесоюз. симп. «Летучие биологически активные соединения биогенного происхождения». — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971. — С. 92–93.
7. *Юрчак Л.Д.* К вопросу о летучих веществах, образующихся при разложении люпина / Л.Д. Юрчак // Фитонциды: [сборник]. — К.: Наук. думка, 1972. — С. 70–72.
8. *Юрчак Л.Д.* Активные метаболиты микроорганизмов, разлагающих люпин / Л.Д. Юрчак, Л.С. Середюк // Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах: [сборник]. — К.: Центр. респ. ботан. сад АН УССР, 1974. — Вып. 5. — С. 100–103.
9. *Юрчак Л.Д.* Микрофлора пожнивных остатков озимого рапса и озимой сурепицы / Л.Д. Юрчак, Т.С. Шроль // Проблемы аллелопатии: тезисы докл. IV Всесоюз. совещ. по физиолого-биохим. основам взаимодействия растений в фитоценозах (Киев, 1976 г.). — К.: Наук. думка, 1976. — С. 122–123.
10. *Юрчак Л.Д.* Микрофлора и аллелопатические особенности кормовых растений семейства крестоцветных / Л.Д. Юрчак, Ю.А. Утеуш, Т.В. Омельченко // Взаимодействие растений и микроорганизмов в фитоценозах. — К.: Наук. думка, 1977. — С. 161–167.
11. Динамика коллинов, фитонематод и микрофлоры в полевой культуре / Н.Н. Дзюбенко, Л.Д. Юрчак, Д.Д. Сигарева, П.И. Бойко // Проблемы аллелопатии: тезисы докл. IV Всесоюз. совещ. по физиолого-биохим. основам взаимодействия растений в фитоценозах (Киев, 1976 г.). — К.: Наук. думка, 1976. — С. 53–54.
12. *Юрчак Л.Д.* Микрофлора ризосферной и утомленной почвы под цветочными культурами / Л.Д. Юрчак, Т.С. Шроль // V съезд Укр. микро-

- биологического об-ва (Днепропетровск, 1980 г.). — К.: Наук. думка, 1980. — С. 140.
13. Юрчак Л.Д. Роль микроорганизмов в токсикозе почв под цветочными растениями / Л.Д. Юрчак, Т.С. Шроль // Аллелопатия в естественных и искусственных фитоценозах: [сборник]. — К., 1981. — С. 101–107.
  14. Роль спорообразующих микроорганизмов в токсикозе почв плодовых насаждений / Л.Д. Юрчак, П.А. Мороз, А.К. Гордеева, А.Ф. Клименко // Роль токсинов растительного и микробного происхождения в аллелопатии: [сборник]. — К.: Наук. думка, 1983. — С. 82–91.
  15. Юрчак Е.В. Изучение интродуцированных ароматических растений в творческом наследии ученой-аллелопата Л.Д. Юрчак (1937–2010) /
  - Е.В. Юрчак // Black Sea. Scientific Journal of Academic Research. — 2014. — С. 10–14.
  16. Особова справа доктора сільськогосподарських наук Л.Д. Юрчак. — К. (б. д.). — 73 арк. — Деп. в Наук. архіві Національного ботан. саду (НБС) імені М.М. Гришка НАН України, Оп. 3-ос.
  17. Звіт про діяльність Національної Академії наук України у 2001 році. Проект / Архів Президії НАН України. — К.: Наук. думка, 2002. — Ч. 1. — 205 с.
  18. Звіт про діяльність Національної Академії наук України у 2002 році. Проект // Архів Президії НАН України. — К.: Наук. думка, 2003. — Ч. 1. — 223 с.
  19. Звіт про діяльність Національної Академії наук України у 2006 році. Проект // Архів Президії НАН України. — К.: Наук. думка, 2007. — Ч. 1. — 235 с.

## REFERENCES

1. Yurchak, E.V. (2013). Naukova diialnist doktora silskohospodarskykh nauk L.D. Yurchak u period stanovlennia alelopatii v Ukraini [Scientific activity of the doctor of agricultural sciences L.D. Yurchak in the period of the occurrence of allelopathy in Ukraine]: *Mizhnar. nauk.-prakt. (Kyiv, 10 hrud. 2013 r.)* — *International science-practice a seminar.* (pp. 331–332). Kyiv: NNSHB NAAN [in Ukrainian].
2. Grodzinsky, A.M. (1991). *Allelopatyia rastenyi i pochvoutomlenye: yzbr. tr. [Allelopathy plants and soil fatigue: fav. tr.]*. V.D. Romanenko (Ed.). Kiev: Nauk. dumka [in Russian].
3. Verhunov, V.A. (2012). Silskohospodarska doslidna sprava u tvorchii spadshchyni akademika AN URSS A.M. Hrodzynskoho [Agricultural Experimental Case in the Creative Heritage of Academician of the Academy of Sciences of the USSR A.M. Grodzinsky]. *Introduktsiia roslin — Plant introduction*, 4, 83–90 [in Ukrainian].
4. Yurchak, E.V. (2016). Analiz tvorchoi spadshchyny L.D. Yurchak [Analysis of the creative heritage L.D. Yurchak]. History of education, science and technology in Ukraine '16: *XI Vseukr. konf. molodykh vchenykh ta spetsialistiv (Kyiv, 16 travnya 2016 r.)* — *11nd Allukr. conf. Young Scientists and Specialists.* (pp. 288–290). Vinnytsia [in Ukrainian].
5. Hrodzynskiy, A.M., Kokhno, M.A., Kyrychok, Yu.K. (1966). Tsentralnyi respublikanskyy botanichnyi sad AN URSS na novomu etapi diialnosti [Central republican botanical garden of the Academy of Sciences of the USSR at a new stage of activity]. *Introduktsiia ta aklimatyzatsiia roslin [Introduction and Acclimatization of Plants]*. Kyiv: Nauk. Dumka [in Ukrainian].
6. Yurchak, L.D. (1971). Allelopatycheskyi aktyvnyye soedyneniya vodnykh ekstraktov yz razlahaushchegosia liupyna [Allelopathically active compounds of aqueous extracts from decaying lupine]. Physiologically active compounds of biogenic origin '71: *II Vsesoiuz. Symp — 2nd All-Union. Symp.* (pp. 92–93). Moskva: Yzd-vo Mosk. un-ta [in Russian].
7. Yurchak, L.D. (1972). K voprosu o letuchykh veshchestvakh, obrazuiushchykhia pry razlozhenii liupyna [To the question of volatile substances formed during the decomposition of lupine]. *Phytoncids*. Kiev: Nauk. dumka [in Russian].
8. Yurchak, L.D., Serediuk, L.S. (1974). Aktyvnyye metabolity mykroorhanyzmov, razlahaushchykh liupyn [Active metabolites of microorganisms that decompose lupine]. *Physiological and biochemical bases of interaction of plants in phytocenoses*. Tsentr. resp. botan. sad AN USSR. (Issue 5). Kiev [in Russian].
9. Yurchak, L.D., Shrol, T.S. (1976). Mykroflora pozhnyynykh ostatkov ozymoho rapsa y ozymoi surepytsy [Microflora of stubble residues of winter rapeseed and winter turtles]. *Problems of allelopathy '76: IV Vsesoiuz. soveshch. po fizyoloho-byokhym. osnovam vzayomodeistviya rastenyi v fyototsenozakh — 4nd. All Union the meeting on physiology and biochemistry the bases of interaction of plants in phytocenoses.* (pp. 122–123). Kiev: Nauk. dumka [in Russian].
10. Yurchak, L.D., Uteush, Yu.A., Omelchenko, T.V. (1977). Mykroflora y allelopatycheskye osobennosti kormovykh rastenyi semeistva krestotsvetnykh [Microflora and allelopathic characteristics of food plants of the family of cruciferous]. *Interaction of plants and microorganisms in phytocenoses*. Kiev: Nauk. dumka [in Russian].
11. Dziubenko, N.N., Yurchak, L.D., Syhareva, D.D., Boiko, P.Y. (1976). Dynamika kollynov, fytonematod y mykroflory v polevoi kulture [Dynamics of collines, phytonematodes and microflora in field crops]. *Problems of allelopathy '76: IV Vsesoiuz. soveshch. po fizyoloho-byokhym. osnovam vzayomodeistviya rastenyi v fyototsenozakh — 4nd All Union the meeting on physiology and biochemistry the bases of interaction of plants in phytocenoses.* (pp. 53–54). Kiev: Nauk. dumka [in Russian].
12. Yurchak, L.D., Shrol, T.S. (1980). Mykroflora ryzofernoi y utomlennoi pochvy pod tsvetochnymy kulturamy [The microflora of the rhizosphere and tired soil under flower crops]. *V sezid Ukr. mykrobyo-*

- lohycheskoho ob-va — 5nd Congress of Ukr. microbiological volume.* (pp. 140). Kiev: Nauk. dumka [in Russian].
13. Yurchak, L.D., Shrol, T.S. (1981). Rol mykroorhanyzmov v toksykoze pochv pod tsvetochnymy rastenyamy [The role of microorganisms in soil toxicosis under flowering plants]. *Allelopathy in natural and artificial phytocoenoses: [compilation]*. Kiev [in Russian].
  14. Yurchak, L.D., Moroz, P.A., Hordeeva, A.K., Klymenko, A.F. (1983). Rol sporoobrazuiushchykh mykroorhanyzmov v toksykoze pochv plodovykh nasazhdeniy [The role of spore-forming microorganisms in soil toxicosis of fruit plantations]. *The role of toxins of plant and microbial origin in allelopathy: [collection]*. Kiev: Nauk. dumka [in Russian].
  15. Yurchak, E.V. (2014). Izuchenie introdutsirovanykh aromaticeskikh rasteniy v tvorcheskoy nasledii uchenoy-allelopata L.D. Yurchak (1937–2010) [The study of introduced aromatic plants in the creative heritage of the allelopathy scientist L.D. Yurchak (1937–2010)]. *Black Sea. Scientific Journal of Academic Research.* (pp. 10–14). Tbilisi, Georgia [in Russian].
  16. Osobova sprava doktora silskohospodarskykh nauk L.D. Yurchak [Specialty of the doctor of agricultural sciences L.D. Yurchak]. (n.d.). Science National Botanist Archive. Garden (NBS) named after M.M. Grishka National Academy of Sciences of Ukraine. 3-os., 73. Kyiv [in Ukrainian].
  17. Zvit pro diialnist Natsionalnoi Akademii nauk Ukrainy u 2001 rotsi. Proekt [Report on the activities of the National Academy of Sciences of Ukraine in 2001. Project]. (2002). *Archive of the Presidium of the National Academy of Sciences of Ukraine.* (Vol. 1). Kyiv: Nauk. dumka [in Ukrainian].
  18. Zvit pro diialnist Natsionalnoi Akademii nauk Ukrainy u 2002 rotsi. Proekt [Report on the activities of the National Academy of Sciences of Ukraine in 2002. Project]. (2003). *Archive of the Presidium of the National Academy of Sciences of Ukraine.* (Vol. 1). Kyiv: Nauk. dumka [in Ukrainian].
  19. Zvit pro diialnist Natsionalnoi Akademii nauk Ukrainy u 2006 rotsi. Proekt [Report on the activities of the National Academy of Sciences of Ukraine in 2006. Project]. (2007). *Archive of the Presidium of the National Academy of Sciences of Ukraine.* (Vol. 1). Kyiv: Nauk. dumka [in Ukrainian].
-

---

# ЮВІЛЕЙ

---

## Д.К. МОТОРНОМУ — 90

**2 листопада 2017 року виповнилося 90 років двічі Герою Соціалістичної Праці та Герою України, почесному доктору Інституту агроєкології і природокористування НААН — вельмишановному  
ДМИТРУ КОСТЯНТИНОВИЧУ МОТОРНОМУ**



Колектив Інституту агроєкології і природокористування НААН щиросердно, з великою людською шаною і повагою вітають ювіляра з найприємнішим святом.

Зичимо вельмишановному Дмитру Костянтиновичу благополуччя, щедрої долі, щастя у житті і наснаги у роботі, незгасної енергії та наполегливості. Успіхів у всіх започаткованих справах, дружньої та професійної підтримки колег.

Бажаємо, щоб у Вашому домі панувало добро і радість, тепло і злагода, в серці — віра і надія, у справах — мудрість і натхнення, а міцне здоров'я та гарний настрій нехай стануть запорукою Вашої плідної праці.

Нехай кожен день буде наповнений життєвою мудрістю, яка допоможе здолати всі негаразди.

*Хай нагородою Вам буде Божя ласка та щира пошана від усіх,  
хто йде поруч з Вами життєвою дорогою!*



---

# НЕКРОЛОГ

---

## ПАМ'ЯТІ В.П. ПОЛІЩУКА



Вітчизняна вірусологічна наука зазнала значної втрати — 5 серпня 2017 р. на 60-му році пішов із життя Поліщук Валерій Петрович — видатний український вірусолог, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, лауреат премії імені Д.К. Заболотного НАН України, доктор біологічних наук, професор.

Поліщук Валерій Петрович народився 5 лютого 1958 р. у м. Ірпінь Київської обл. У 1978 р., після служби в лавах Радянської Армії, вступив на біологічний факультет КДУ ім. Т.Г. Шевченка і вся його наукова діяльність була пов'язана з кафедрою вірусології цього закладу. Після закінчення університету в 1985 р. Валерій Петрович вступив до аспірантури, а в 1991 р. отримав вчений ступінь кандидата біологічних

наук та продовжив свою наукову діяльність асистентом (1988–1995 рр.), а згодом і доцентом (1995–2002 рр.) кафедри вірусології. У 2000 р. в Інституті мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного В.П. Поліщук захистив докторську дисертацію «Прогнозування та закономірності розповсюдження вірусів рослин в біоценозах України». З 2002 р. Валерій Петрович обіймав посаду професора, а з 2004 р. і до останніх днів був завідувачем кафедри вірусології.

Валерій Петрович Поліщук — знаний вчений у галузі вірусології, автор та співавтор восьми монографій і понад 300 наукових праць, багато з яких опубліковано у провідних наукових журналах світу; запатентував п'ять наукових винаходів. Серед його учнів — 12 кандидатів та один доктор наук.

Під керівництвом В.П. Поліщука була започаткована наукова школа «Структура та функції вірусів за різних екологічних умов», на базі якої проводяться наукові дослідження в КНУ ім. Тараса Шевченка з поширеності фітовірусів у навколишньому природному середовищі, зокрема в культурних та дикоростучих рослинах різних екологічних регіонів України, розробляються сучасні методики діагностування вірусів рослин на основі ІФА та ПЛР. Завдяки науковим розробкам школи вперше обґрунтовано можливість дистанційної діагностики вірусних інфекцій за спектрами відбиття інфікованих рослин, а також впроваджено застосування комп'ютерної бази даних для аналізу агроценозів на вірусоносійство, що є необхідним для їх фітосанітарної оцінки.

Валерій Петрович Поліщук уперше в Україні започаткував дослідження біо-



логічних властивостей вірусів рослин та бактеріофагів за екстремальних умов зовнішнього середовища, зокрема в зоні радіаційного забруднення ЧАЕС, під дією важких металів та в умовах Антарктики. Останнім часом професором В.П. Поліщуком та його колегами багато уваги приділялося молекулярно-генетичному аналізу геномів вірусів, виділених на території України.

Наукові досягнення Валерія Петровича та колег відзначено низкою нагород: премією Фонду Сороса, медаллю Ярослава Мудрого АН ВШ України, почесними грамотами ректора Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Подякою Президента України.

Окрім плідної наукової праці, В.П. Поліщук активно займався науково-громадською діяльністю. Впродовж багатьох років був головою Київського відділення товариства мікробіологів України, Українського ботанічного товариства, Американського товариства фітопатологів, Американського товариства мікробіологів, Національного географічного товариства, членом редколегії низки фахових наукових журналів: «Мікробіологічний журнал», «Агроекологічний журнал», «Мікробіологія та біотех-

нологія», «Вісник Київського університету імені Тараса Шевченка», «Науковий вісник Ужгородського університету».

Валерій Петрович завжди був оточений молоддю, з якою ділився своїми знаннями та життєвим досвідом, а вони відповідали йому любов'ю та щирою повагою. Він дуже багато мандрував, любив театр, кіно, музику, класичну та сучасну літературу, фотомистецтво. З ним завжди було цікаво спілкуватися і молодим і досвідченим вченим, і звичайним людям. Незважаючи на всі перепони та негаразди, що траплялися на його шляху, йому завжди був притаманний оптимізм та любов до життя, які не покидали його до останнього подиху.

Світла пам'ять про Валерія Петровича Поліщука назавжди залишиться в серцях тих, хто його знав та спілкувався з ним.

*Кафедра вірусології ННЦ «Інститут біології та медицини»,*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

*Колектив Інституту агроекології і природокористування НААН*

*Редколегія та редакція «Агроекологічного журналу»*

# АННОТАЦИИ

**Мудрак А.В.<sup>1</sup>, Овчинникова Ю.Ю.<sup>2</sup>** Восточное Подолье — репрезентативный регион национальной экосети // *Агроэкологический журнал*. — 2017. — № 4. — С. 7–13.

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

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

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

На основе геоботанических, ландшафтно-экологических, гидроэкологических, лесотипологических, агроэкологических, системных, репрезентативных, зоогеографических принципов и подходов разработана схема региональной экосети Восточного Подолья. Выделены различные типы структурных элементов экосети: ключевых, соединительных, буферных и восстановительных территорий; определена их географическая приуроченность, площадь, статус. Выяснено, что экосеть региона формируют 24 ключевых, 16 соединительных и 60 восстановительных территорий. Площадь структурных элементов экосети Восточного Подолья (ключевых, соединительных и восстановительных территорий) составляет 884087,53 га, или 33,37% от общей площади территории региона, поэтому требует существенного совершенствования.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** биотическое и ландшафтное разнообразие, структурные элементы экосети, природно-заповедный фонд, сбалансированное развитие, Восточное Подолье.

**Рыженко Н.А.** Нормирование фитотоксичности металлов в агроэкосистеме // *Агроэкологический журнал*. — 2017. — № 4. — С. 14–21.

*Государственная экологическая академия последипломного образования и управления*

*e-mail: alsko2011@ukr.net*

Разработаны принципы нормирования металлов относительно фитокомпонента агроэкосистемы. Рассчитана фитограничная допустимая концентрация подвижных форм металлов в почве (на примере агроценоза ячменя ярового), которую предлагаем использовать с целью нормирования предельно допустимого уровня металлов в почве относительно фитокомпонента в качестве биологической системы. Установлено, что наибольшее значение фитогранично допустимой концентрации было по Zn, а самое низкое — по Cd. По показателю фитотоксичности дозы, вызывающей 5% уменьшение биомассы ячменя ярового, металлы расположились в следующий ряд: Cd > Ni > Co > Cu > Pb > Zn (дерново-среднеподзолистая почва), Cd > Cu > Ni > Co > Pb > Zn (чернозем).

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** металлы, нормирование, фитотоксичность, фитогранично допустимая концентрация, агроэкосистема.

**Романчук Л.Д., Федонюк Т.П., Федонюк Р.Г.** Техногенная нагрузка Восточной промзоны г. Житомир на растительный покров прилегающих территорий // *Агроэкологический журнал*. — 2017. — № 4. — С. 22–28.

*Житомирский национальный агроэкологический университет*

*e-mail: LRomanchuck@rambler.ru*

Приведены результаты исследований особенностей накопления тяжелых металлов в почве и фитомассе дикорастущей растительности с территории, подвергающейся воздействию Восточной промзоны г. Житомир. Деятельность предприятий Восточной промзоны приводит к попаданию в атмосферу неорганической пыли, в состав которой входят токсичные соединения и тяжелые металлы. Вместе с пылью они переносятся на значительные расстояния, оседают и накапливаются в компонентах прилегающих экосистем. Определено, что в нелокализованной пыли накапливаются значительные концентрации Mn, Zn, Pb, Cu, Fe, обуславливающие повышенные уровни этих металлов и в растительном покрове экосистем.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** тяжелые металлы, загрязнение, пыль, эмиссия, накопление.

**Лазарев Н.М.<sup>1</sup>, Ландин В.П.<sup>2</sup>, Косарчук О.В.<sup>3</sup>, Полищук С.В.<sup>3</sup>, Левчук С.Е.<sup>3</sup>** Радиоэкологическая оценка древесной золы в населенных пунктах севера Житомирского Полесья // *Агроэкологический журнал*. — 2017. — № 4. — С. 29–36.

<sup>1</sup> *Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

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

<sup>3</sup> *Украинский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной радиологии*

*e-mail: vlad\_land@ukr.net*

Проанализированы результаты исследований загрязнения <sup>137</sup>Cs древесной золы в частных хозяйствах населенных пунктов северных районов Житомирской обл. в 2017 г. Установлено, что диапазон удельной активности <sup>137</sup>Cs в золе, образующейся в результате использования в качестве печного топлива радиоактивно загрязненной древесины в частных хозяйствах указанного региона составляет 170–32900 Бк/кг. По критерию удельной активности <sup>137</sup>Cs (в соответствии с ОСПУ-2005) около 8,5% от общего количества образцов золы, отобранных в частных хозяйствах населенных пунктов

сети мониторинга, классифицируются как низкоактивные радиоактивные отходы, в частности: 3,92% образцов золы — с частных хозяйств Бигуньского поселкового совета; 7,17 — с Можаровского поселкового совета; 7,69 — с Песчаницкого поселкового совета и 22,73% — из пгт Народичи. На основе полученных данных сделан вывод, что загрязненная радионуклидами зола является дополнительным фактором радиационной опасности, а именно — потенциальным источником дополнительного внешнего и внутреннего облучения местного населения.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** мониторинг,  $^{137}\text{Cs}$ , древесная зола, удельная активность, радиоактивные отходы, частные хозяйства.

**Аристархова Э.А.** Оценка токсичности вод поверхностных источников водоснабжения и питьевой воды г. Житомир методом кратковременного хронического биотестирования // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 36–40.

*Институт агроэкологии и природопользования НААН*

*e-mail: ella.aryst@gmail.com*

Обосновано повышение информативности данных по тестированию вод поверхностных источников водоснабжения и питьевой воды вследствие использования гладкой шпорцевой лягушки (*Xenopus laevis* Daudin, 1802). Методологической основой исследований являлось биотестирование по тест-реакции иммобилизации озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) и *X. laevis* с 8-суточной экспозицией особей. Установлено, что во время тестирования при отсутствии иммобилизации *R. ridibunda* токсичность исследуемых вод не определяется, а при иммобилизации *X. laevis* — определен лишь низкий ее уровень (в пределах 25–50%). Оценку хронической токсичности вод поверхностных источников водоснабжения и питьевой воды целесообразно проводить методом биотестирования на *X. laevis*, которые оказались более чувствительны к низким уровням загрязнений (в среднем: на 28,2% — в остром опыте продолжительностью 4 суток и на 41,3% — в хроническом продолжительностью 8 суток), чем традиционный тест-объект *R. ridibunda*.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** биотестирование, воды источников водоснабжения, питьевая вода, иммобилизация, *R. ridibunda*, *X. laevis*, токсичность.

**Канивец С.В.<sup>1</sup>, Орел А.Е.<sup>2</sup>, Волков П.А.<sup>1</sup>, Краснов З.В.<sup>2</sup>, Десенко В.Г.<sup>2</sup>, Шигимага И.Л.<sup>2</sup>, Чабовская О.И.<sup>2</sup>** Влияние природных и агротехнических факторов на эрозионную деградацию чернозема обыкновенного // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 41–46.

<sup>1</sup> ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского»

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

*e-mail: kharkiv@iogu.gov.ua*

На примере землепользования хозяйства с двумя отделениями в пределах сильно пересеченного рельефа, но расположенных в разных частях ландшафта региона и на различных высотах, исследованы эрозионные потери основных показателей плодородия эродированных черноземов обычных, залегающих на склонах, отличающихся экспозицией и крутизной относительно их полнопрофильных разновидностей. Доказано, что в условиях северо-восточной недостаточно увлажненной подзоны Степи величина эрозионных потерь во многом зависит как от ландшафтного расположения землепользования отделений относительно макрорельефа территории региона, так и от характера ландшафтов отдельных полей. Следует учесть это при планировании производственных мероприятий, то есть индивидуально разрабатывать технологии земледелия и системы внесения удобрений для каждого поля в конкретном землепользовании.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** эрозия почвы, ксероморфность почвы, плодородие почвы, ландшафт, землепользование, деградация.

**Бандурович Ю.Ю.<sup>1</sup>, Фандалюк А.В.<sup>1</sup>, Романова С.А.<sup>2</sup>, Полчино В.С.<sup>1</sup>** Эколого-агрохимическая оценка почв Закарпатья // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 46–52.

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

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

*e-mail: roduchistp@ukr.net*

Освещены материалы основных показателей плодородия почв Закарпатской обл. по результатам агрохимического обследования земель сельскохозяйственного назначения в Х туре (2011–2015 гг.). Установлено, что в области доля кислых почв составляет 68% от общей обследованной площади; средневзвешенный показатель гумуса по результатам Х тура составляет 2,56%, что соответствует средней обеспеченности. Определено, что почвы на очень низком уровне обеспечены доступными для растений соединениями азота и на среднем — подвижными формами фосфора и калия. В Закарпатской обл. преобладают земли низкого качества — 35% площадей. В среднем почвы под сельскохозяйственными угодьями оценены в 40 баллов, что соответствует уровню между низким и средним плодородием, ресурс урожайности составляет 16,4 ц/га.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** кислотность, гумус, азот, фосфор, калий, качественная оценка, балл бонитета.

**Лыко Д.В., Лыко С.М., Портухай О.И., Безверхая О.В.** Целлюлозолитическая активность дерново-подзолистой почвы различных биотопов // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 53–57.

*Ровенский государственный гуманитарный университет*

*e-mail: bezverha\_o@ukr.net*

Охарактеризованы агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы сельскохозяйственных угодий различных направлений использования на территории Владимирецкого р-на Ровенской обл., которая по агропочвенному районированию относится к Западной почвенной провинции Украинского Полесья. Приведена целлюлозолитическая активность исследуемой почвы на естественном пастбище, перелог и пахотной земле, которую определяли по интенсивности разложения льняного полотна. Для естественного пастбища и перелога, в соответствии со шкалой, предложенной Д. Звягинцевым, целлюлозолитическая активность дерново-подзолистых почв является средней, для пахотной земли — слабой. Исследована зависимость уровня активности целлюлозоразрушающих организмов от агрохимических свойств почв. Уменьшение доли разложения льняного полотна имело место в ряду: естественное пастбище — перелог — пахотная земля. Соответственно, в этом ряду выявлено уменьшение содержания лужногидролизованного азота, снижение содержания гумуса и кальция. Проанализировано влияние климатических факторов на деятельность микроорганизмов. Разложение льняного полотна за исследуемый период происходило наиболее активно при более высокой температуре воздуха и большего количества осадков.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** микроорганизмы, целлюлозолитическая активность, агрохимические свойства почв, естественное пастбище, перелог, пахотная земля.

**Демидов А.А.<sup>1</sup>, Гудзенко В.М.<sup>1</sup>, Сардак Н.А.<sup>2</sup>, Ищенко В.А.<sup>3</sup>, Демьянюк Е.С.<sup>4</sup>** Экологическое сортоиспытание ячменя ярового на завершающем этапе селекции // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 58–65.

<sup>1</sup> *Мироновский институт пшеницы имени В.Н. Ремесло НААН*

<sup>2</sup> *Носовская селекционно-опытная станция Мироновского института пшеницы имени В.Н. Ремесло НААН*

<sup>3</sup> *Кировоградская государственная сельскохозяйственная опытная станция НААН*

<sup>4</sup> *Институт агроэкологии и природопользования НААН*

*e-mail: mweheats@ukr.net*

Приведены результаты исследования перспективных селекционных линий ячменя ярового в

течение 2015–2017 гг. в трех экологических зонах Украины — Центральной Лесостепи (Мироновский институт пшеницы имени В.Н. Ремесло НААН), Полесья (Носовская селекционно-опытная станция Мироновского института пшеницы имени В.Н. Ремесло НААН) и Северной Степи (Кировоградская государственная сельскохозяйственная станция НААН). С использованием моделей AMMI и GGE biplot селекционные линии ранжированы по потенциалу урожайности и ее стабильности в меняющихся условиях выращивания. Выделены номера с оптимальным сочетанием производительности и стабильности — Нутанс 4855, Нутанс 4941 и Дефициенс 5005. Обоснована эффективность сочетания экологических испытаний и статистически графического анализа для выделения генотипов с повышенным адаптивным потенциалом. Данный подход целесообразно использовать на завершающих этапах селекционной работы с дополнительной оценки линий-кандидатов для создания сортов.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** ячмень, селекционные линии, экологическое сортоиспытание, урожайность, адаптивность, стабильность, модели AMMI и GGE biplot.

**Кучерявенко О.А.<sup>1</sup>, Пирог А.В.<sup>1</sup>, Будзанивская И.Г.<sup>2</sup>** Влияние микробных препаратов на производительность и качество растений картофеля с культуры *in vitro* при воздействии МВК // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 65–70.

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

<sup>2</sup> *Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, ННЦ «Институт биологии и медицины»*

*e-mail: okskucher83@gmail.com*

Установлено положительное влияние микробных препаратов на рост, развитие и продукционный процесс пробирочных растений картофеля, выращенных в условиях *in vitro* при поражении М-вирусом картофеля. Доказано, что предпосадочная инокуляция биопрепаратами корневой системы растений картофеля с культуры *in vitro* способствовала повышению показателей массы одного клона вирусинфицированных растений на 49,6–45,4%; улучшению качественных показателей продукции культуры, в частности повышению содержания крахмала в клубнях на 2,1–6,5%, аскорбиновой кислоты — на 10,7–19,2%.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** картофель, культура *in vitro*, М-вирус картофеля, микробные препараты.

**Сирик О.Н., Глуценко Л.А.** Вредоносность церкоспороза на растениях эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moenh) // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 71–76.

*Опытная станция лекарственных растений  
Института агроэкологии и природопользования  
НААН*

*e-mail: l256@ukr.net*

Установлено, что церкоспороз значительно влияет на урожайность эхинаеи пурпурной — уже при поражении 6–25% растений теряется значительная часть сырья. Вследствие уменьшения ассимиляционной поверхности листьев в следствие побурения и отмирания пораженных пятнами тканей снижается урожайность надземной массы — травы, а также подземных органов. Чем выше степень поражения растений, тем большие потери сырья и массы надземной части растения. Рассчитан коэффициент вредоносности от 0,8 до 1,7% на каждый процент развития болезни. Доказана необходимость разработки как профилактических, так и экстренных мер по снижению потерь качества и урожая сырья эхинаеи пурпурной от церкоспороза.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** *Echinacea purpurea* (L.) Moench, церкоспороз, болезнь, вредоносность, коэффициент, поражение.

**Драга М.В., Кичигина О.А., Зацаринная Ю.А., Цибро Ю.А.** Посевные качества семян сельскохозяйственных культур при воздействии органо-минерального удобрения Viteri 8-4-5 // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 76–82.

*Институт агроэкологии и природопользования  
НААН*

*e-mail: m\_draga@hotmail.com*

Проведены лабораторные исследования по подбору оптимальных параметров, а именно, концентраций органо-минерального удобрения Viteri 8-4-5, продолжительности и способов предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур с целью улучшения показателей посевного качества семян. Исследования проводили на семенах зерновых, зернобобовых и крупных культур: пшеницы яровой сорта Тризо, овса сорта Деснянский, сои сорта Кордоба, гибридов кукурузы ДН Высь и Збруч, гречихи посевной сорта Украинка. Установлено, что существенное влияние на улучшение посевных качеств семян исследуемых сельскохозяйственных культур (по показателю «всхожесть семян») имело место в условиях 24-часового предпосевного замачивания некондиционных семян в 1%-й концентрации препарата. Отметим, что всхожесть семян сои сорта Кордоба увеличилась на 13,5%, кукурузы гибрида Збруч — на 10,8% по сравнению с контролем.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** органо-минеральное удобрение Viteri 8-4-5, семена сельскохозяйственных культур, посевные качества, энергия прорастания, всхожесть.

**Савчук И.Н.<sup>1</sup>, Мельничук А.П.<sup>2</sup>** Накопление тяжелых металлов (Pb и Cd) в говядине при ис-

пользовании в рационах тритикале с люпином // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 82–86.

<sup>1</sup> *Институт сельского хозяйства Полесья  
НААН*

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

*e-mail: isavchuk.zt@ukr.net*

Разработаны варианты зерносмесей для откорма молодняка крупного рогатого скота в III зоне радиоактивного загрязнения с введением в их состав различных доз тритикале. Установлено, что концентрация свинца в продукции была значительно ниже ПДК, тогда как уровень загрязнения говядины и печени кадмием превышал нормативные требования, соответственно — в 9,8–14,6 и 2,3–3,1 раза. Замена в составе зерносмеси 20% (по массе) дерти пшеницы на аналогичное количество дерти тритикале для откорма бычков способствует значительно меньшему накоплению и переходу свинца и кадмия в говядину, соответственно — на 32,0 и 0,30% (абсолютных) и 24,3 и 9,6% (абсолютных).

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** бычки, концентрация, свинец, кадмий, длиннейший мускул спины, печень, тритикале, рацион.

**Конищук В.В.<sup>1</sup>, Баточенко В.Н.<sup>2</sup>, Паньковская Г.П.<sup>2</sup>** Фитосозологический анализ гидроэкосистем НПП «Северное Подолье» // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 87–94.

<sup>1</sup> *Институт агроэкологии и природопользования  
НААН*

<sup>2</sup> *Национальный природный парк «Северное Подолье»*

*e-mail: konishchuk\_vasyl@ukr.net*

Обосновано, что территория НПП «Северное Подолье» является уникальной по своему фитосозологическому значению экосистемой — три вида растений (*Cochlearia pyrenaica* DC., *Sesleria caerulea* (L.) Ard., *Spiranthes amoena* (M. Bieb.) Spreng.) в Украине встречаются только здесь, местопрорастания которых нами были подтверждены в 2017 г. В НПП «Северное Подолье» отмечены новые экотопы видов растений Красной книги Украины: *Utricularia intermedia* Hayne, *U. minor* L., *Salix lapponum* L., *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó, *D. majalis* (Rchb.) PF Hunt et Summerhayes. Выявлена часть видов Красной книги Украины, которые приведены в литературных источниках. Проанализирован перечень регионально редких растений Львовской обл. Приведены 10 фитоассоциаций Зеленой книги Украины. Представлены редкие водно-болотные типы природных сред Бернской конвенции. После дополнительных исследований, к четвертому изданию Красной книги Украины мы рекомендуем включить такие уязвимые, редкие, исчезающие



виды растений флоры водно-болотных угодий и торфяников НПП «Северное Подолье»: *Drosera rotundifolia* L., *Lathyrus palustris* L., *Ophioglossum vulgatum* L., *Veratrum lobelianum* Bernh., *Lotus uliginosus* L., *Eriophorum gracile* Koch, *Parnassia palustris* L., *Triglochin palustre* L., *Blysmus compressus* (L.) Panz. ex Link.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** фитосоциология, Красная, Зеленая книги Украины, гидрогелофиты, Национальный природный парк «Северное Подолье», Львовская обл.

**Тимошенко Л.М.<sup>1</sup>, Федько Р.Н.<sup>2</sup>** Морфобиологические изменения вегетативных органов липы сердцевидной (*Tilia cordata* L.) в условиях городских населенных пунктов // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 95–100.

<sup>1</sup> Институт агроэкологии и природопользования НААН

<sup>2</sup> Опытная станция лекарственных растений Института агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: Lyudmila\_Tymoshenko@bigmir.net

Выявлены закономерности изменения морфологических и функциональных особенностей *Tilia cordata* L. на уровне листового аппарата, побегов и всего организма в условиях городских населенных пунктов Полтавской обл. (Лубны, Миргород и Пирятин). Установлено, что максимальные изменения исследуемых параметров у растений липы сердцевидной наблюдаются в пределах уличных насаждений г. Лубны, условия произрастания которых характеризуются относительно высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха в результате интенсивного движения транспорта.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** морфологические изменения, вегетативные органы, *Tilia cordata* L., листовой аппарат, городские населенные пункты.

**Хижняк С.В., Полищук С.В., Самкова А.П., Конопольский А.П., Войццкий В.М.** Экоотоксикологическая оценка современных гербицидов относительно их воздействия на мезофауну почвы // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 100–106.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

e-mail: khs2014@ukr.net

Исследована экотоксичность гербицидных препаратов, относящихся к классу хлорацетанилидов (хлорацетамидов), методом биотеста с использованием земляных червей *Eisenia foetida*. По результатам острой токсичности для червей установлено, что гербицид с действующим веществом пропизохлор и гербицид с действующим веществом ацетохлор, которые используются в виде концентрата эмульсии, являются слаботоксичными, а гербицид с действующим веществом

метазохлор (концентрат суспензии) — безопасным для почвенной мезофауны. Полученные результаты необходимо учитывать при использовании этих препаратов.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** агроэкосистема, гербицид, экотоксичность, почвенная мезофауна, *Eisenia foetida*.

**Тертычная О.В.<sup>1</sup>, Шинкаренко В.К.<sup>2</sup>, Пинчук В.А.<sup>1</sup>, Бригас Е.П.<sup>1</sup>, Коцовская Е.В.<sup>1</sup>** Биоиндикация экологического стресса вокруг предприятий промышленного птицеводства // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 107–113.

<sup>1</sup> Институт агроэкологии и природопользования НААН

<sup>2</sup> Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины

e-mail: olyater@ukr.net

Исследована стерильность пыльцы зерен индикаторных растений (тысячелистник обыкновенный — *Achillea submillefolium* Klok., чистотел большой — *Chelidonium majus* L.) вокруг двух предприятий промышленного птицеводства. Установлено, что территория экологического стресса вокруг этих предприятий по своим размерам более чем на порядок превышает размеры санитарно-защитной зоны. Выявлено, что использование пыльцы чистотела в качестве фитоиндикатора неблагоприятных экологических факторов обеспечивает более высокую чувствительность по сравнению с пыльцой тысячелистника. Высказано предположение о преобладающей роли аэрозольных частиц по сравнению с газовой фазой выброса относительно увеличения количества стерильных пылевых зерен вокруг предприятий промышленного птицеводства.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** промышленное птицеводство, биоиндикация, стерильная пыльца, атмосферное загрязнение, аммиак, диоксид азота, диоксид серы.

**Орловский А.В.<sup>1</sup>, Бойко А.А.<sup>2</sup>, Сус Н.П.<sup>1</sup>, Цвигун В.А.<sup>1</sup>** Бактериальные и вирусные очаги болезней древесных растений лесных биоценозов // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 114–117.

<sup>1</sup> Институт агроэкологии и природопользования НААН

<sup>2</sup> Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины

e-mail: ostunpower@ukr.net

Проведен анализ результатов исследования патогенов бактериальных и вирусных болезней на древесных растениях лесных экосистем. Приведена оценка продуктивности растений на основе их роста, развития и качества растений груши, шиповника, соцветия хмеля в условиях инфек-



ционного воздействия патогенов. Исследована коммерческая продукция на поражение возбудителями болезней разных таксономических групп. Приведен список патогенов, обуславливающих возникновение смешанных инфекций, которые являются наиболее вредоносными для древесных растений лесных биоценозов, в частности *Erwinia amylovora* и *Pseudomonas* spp.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** бактерии, вирусы, биоценоз, качество.

**Захарчук В.А.** Влияние экологических факторов на восстановление лесных экосистем на перелогах Житомирского Полесья // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 117–122.

*Институт агроэкологии и природопользования НААН*

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

Осуществлена оценка естественного возобновления сосны обыкновенной на выведенных из сельскохозяйственного пользования землях Житомирского Полесья, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Установлено, что главными экологическими факторами, которые влияют на естественное возобновление древесной растительности на перелогах, являются: грунтовые условия, степень увлажнения территории, видовой состав и плотность напочвенного растительного покрова. Доказано, что успешное возобновление сосны обыкновенной возможно при следующих условиях: наличии у перелога со стороны доминирующих ветров насаждения культуры репродуктивного возраста и удовлетворительного увлажнения почвы в

вегетационный период в течение 2–3 лет после накопления семян.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** естественное возобновление древесных пород, перелог, радиоактивное загрязнение, экологические факторы.

**Вергунов В.А., Юрчак Э.В.** Становление и развитие экологических аспектов химического взаимодействия растений в Украине (к 80-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук Л.Д. Юрчак) // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 4. — С. 123–130.

*Национальная научная сельскохозяйственная библиотека НААН*

*e-mail: elchlyur1012@gmail.com*

Приведена информация о научной деятельности доктора сельскохозяйственных наук Л.Д. Юрчак (1937–2010 гг.), одной из плеяды ученых, которая сделала весомый вклад в развитие отечественной аллелопатии. Акцентируя внимание на экологических принципах химического взаимодействия растений в различных типах фитоценозов, она определила роль микроорганизмов относительно почвоутомления в посевах бобовых, цветочных, плодовых, кормовых и ароматических культур, способствующих повышению уровня плодородия почвы и увеличению получения высококачественной растениеводческой продукции. На примере ароматических растений исследовательница комплексно обосновала экологический подход в выполнении актуальных задач сельского хозяйства.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** Л.Д. Юрчак, химическое взаимодействие растений (аллелопатия), А.М. Гродзинский, почвоутомление, ароматические растения, экология.

## ABSTRACT

**Mudrak A.<sup>1</sup>, Ovchynnykova Yu.<sup>2</sup>** Eastern Podillia — a representative region of the national environmental network // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 7–13.

<sup>1</sup> *CHEI «Vinnytsia Academy of Continuing Education»*

<sup>2</sup> *Vasyl' Stus Donetsk National University*

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

On the basis of geobotanical, landscape-ecological, hydroecological, forest-typological, agroecological, systemic, representative, zoogeographical principles and approaches the scheme of the regional ecological network of Eastern Podillia has been developed. Different

types of structural elements of the ecological network are distinguished such as key, connecting, buffer and rehabilitating territories, their geographical confinement, area, status are determined. It was investigated that the ecological network of the region is formed by 24 key, 16 connecting and 60 restoration territories. Currently, the number and area of buffer zones that are established around key and connecting territories is clarified. The total area of the structural elements of the ecological network of Eastern Podillia (key, connecting and rehabilitating territories) is 884087.53 hectares, which makes 33.37% of the total area of the region. It should be noted that world experience determines the biological balance of territories

only if at least 60% of natural ecosystems are present. Therefore, the ecological network of the region still needs to be substantially improved.

**K e y w o r d s:** biotic and landscape diversity, structural elements of ecological network, natural reserve fund, balanced development, Eastern Podillia.

**Ryzhenko N.** Phytotoxicological normalization of metals in agroecosystem // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 14–21.

*State Environmental Academy of Postgraduate Education and Management*

*e-mail: alsko2011@ukr.net*

Using the approach of calculation the Maximum Acceptable Toxicant Concentration, the calculation of Phyto Maximum Allowable Concentration of metal in soil (1N HCl) (on the example of agroecosystem of spring barley) was proposed. Using the probit analysis, the phytolethal dose decreasing 5% of biomass was obtained. Metal concentration in unpolluted soil, and Phytolethal Dose which causes the 5% reduction of biomass were obtained for calculation of Phyto Maximum Allowable Concentration of metal in soil. Phyto Maximum Allowable Concentration of each metal in soil (1N HCl) was highlighted. The highest value of Phyto Maximum Allowable Concentration was for zinc, the least — for cadmium. According to the Phytolethal Dose decreasing 5% of biomass the metals are arranged in the row: Cd > Ni > Co > Cu > Pb > Zn (sod podzolic soil), Cd > Cu > Ni > Co > Pb > Zn (chernozem).

**K e y w o r d s:** metals, phytotoxic normalization, Phyto Maximum Allowable Concentration.

**Romanchuk L., Fedonyuk T., Fedonyuk R.** Technogenic loading of eastern industrial zone of Zhytomyr on vegetation of adjoining ecosystems // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 22–28.

*Zhytomyr National Agroecological University*

*e-mail: LRomanchuck@rambler.ru*

The results of investigations of the peculiarities of the heavy metals accumulation in soil and phytomass of wildlife vegetation from the territory exposed to the influence of the Eastern industrial zone in Zhytomyr are presented. The activity of the enterprises of the Eastern industrial zone leads to the inorganic dust entering the atmosphere, which includes toxic compounds and heavy metals that are transferred at considerable distances, settle and are accumulated in the components of the surrounding ecosystems. It has been determined that significant concentrations of Mn, Zn, Pb, Cu, Fe are accumulated in non-localized dust, which determines the elevated levels of these metals in the vegetation of ecosystems as well. The grass cover has accumulated more elements — dust components — in the south-eastern and southern areas, 2–4 times less — in the eastern and north-eastern areas. The accumulation peculiarities of two

groups of metals in plant samples of the territory influenced by the enterprises zone of the Eastern industrial zone in Zhytomyr differ in the ability of air migration, depending on the dust fraction they belong to. The activity of the enterprises located in this zone causes the inorganic dust entering into the atmosphere, which includes toxic compounds and heavy metals. It has been found out that further from the Eastern industrial zone Mn, Zn and Fe are accumulated most in the above-ground phytomass. This is due to the high concentration of these elements in the fine dust fraction.

**K e y w o r d s:** heavy metals, pollution, dust, emissions, accumulation.

**Lazarev M.<sup>1</sup>, Landin V.<sup>2</sup>, Kosarchuk O.<sup>3</sup>, Polischuk S.<sup>3</sup>, Levchuk S.<sup>3</sup>** Radioecological assessment of wood ash in the settlements of the north of Zhytomyr Polissya // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 29–36.

<sup>1</sup> *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

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

<sup>3</sup> *Ukrainian Research Institute for Agricultural Radiology*

*e-mail: vlad\_land@ukr.net*

The results of <sup>137</sup>Cs contamination selective monitoring of wood ash in private farms in settlements of northern districts of Zhytomyr region in 2017 were analyzed. It was established that the range of specific activity of <sup>137</sup>Cs in the ash generated by the use of radioactive contaminated wood as a stove fuel is in the range of 170–32.900 Bq/kg in private farms of this region. According to OSSU-2005, by the criterion of <sup>137</sup>Cs specific activity, about 8.5% of the total number of ash samples sampled in private households of the monitoring network settlements are classified as low-level radioactive wastes: 3.92% of ash samples taken at private sector of the Bigunsky Settlement Council; 7.17% samples of the Mozharivsky settlement council; 7.69% samples of the Sandy village council and 22.73% of ash samples from Narodychi. Based on the obtained data, it was concluded that radioactively contaminated ash is an additional factor of radiation hazard, therefore, it is the potential source of additional external and internal exposure to the local population.

**K e y w o r d s:** monitoring, <sup>137</sup>Cs, wood ash, specific activity, radioactive waste, private farms.

**Arystarkhova E.** Evaluation of toxicity of waters from the surface sources of water supply and drinking water of Zhytomyr city by the method of short-term chronic biotesting // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 36–40.

*Institute of Agroecology and Environmental of NAAS*

e-mail: ella.aryst@gmail.com

The goal of the researches is to increase the informativeness of testing water from the surface sources of water supply and drinking water at the expense of the use of african clawed frog. Method of the researches is biotesting with determination of test sign of immobilization the marsh frog (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) and african clawed frog (*Xenopus laevis* Daudin, 1802) at term 8-day exposition of individuals. During a biotesting for lack of immobilization *R. ridibunda* it is not discovered toxicity of water, but on the basis of immobilization *X. laevis* the low level of toxicity of them in within 25–50% is defined. Assessment of chronic toxicity of waters from the surface sources of water supply and drinking water is expedient to conduct, using the biotesting with *X. laevis*. It is shown the high sensibility of these test-organisms in comparison with *R. ridibunda* (in average to 28.2% in acute lethal tests with exposition time 4 day and to 41.3% in short-term chronic tests with exposition time 8 day).

**Key words:** biotesting, waters from sources of water supply, drinking water, immobilization, *Rana ridibunda*, *Xenopus laevis*, toxicity.

**Kanivets S.<sup>1</sup>, Orel O.<sup>2</sup>, Volkov P.<sup>1</sup>, Krasnov Z.<sup>2</sup>, Desenko V.<sup>2</sup>, Shyhymaha I.<sup>2</sup>, Chabovska O.<sup>2</sup>** Influence of natural and agrotechnical factors on the ordinary chernozem erosive degradation // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 41–46.

<sup>1</sup> National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky»

<sup>2</sup> Kharkiv branch of State Institution «Institute of Soil Protection of Ukraine»

e-mail: kharkiv@iogu.gov.ua

On the example of land utilization of a farm with two departments within boundaries of a strongly billowy relief, but located in different parts of the landscape of the region and at different heights, erosion losses of the main fertility indicators of eroded ordinary chernozems were studied, which lie on the slopes of various exposures and steepness, compared to their uneroded species. It is proved that under the conditions of the northeastern insufficiently moistened subarea of the Steppe the amount of erosion losses largely depends on both the landscape location of the land use of the branches relative to the macrorelief of the territory of the region and the nature of the landscapes of individual fields. It is recommended to take this into account when planning production activities, that is, individually develop agricultural technologies and fertilizer application systems for each field in a particular land use.

**Key words:** soil erosion, soil xeromorphy, soil fertility, landscape, land utilization, degradation.

**Bandurovich Y.<sup>1</sup>, Fandaliuk A.<sup>1</sup>, Romanova S.<sup>2</sup>, Polichko V.<sup>1</sup>** Qualitative evaluation of soils in Transcarpathia according to the Results of the X Round of Agrochemical Research // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 46–52.

<sup>1</sup> Zakarpatsky branch of State Institution «Institute of Soil Protection of Ukraine»

<sup>2</sup> State Institution «Institute of soil protection of Ukraine»

e-mail: roduchistp@ukr.net

The materials about the main indicators of soil fertility in Transcarpathia according to the results of agrochemical survey of lands of agricultural purposes in the X round (2011–2015) are introduced. There are 68% of acid soils out of the total area in the region; the average humus indicator within the 5 years of research is 2.56% that corresponds to the average provision. The soils are supplied with nitrogen compounds available to plants on a rather low level and with mobile forms of phosphorus and potassium on a medium level. In Transcarpathia the low quality lands that occupy 35% of the area dominate. On average, the soils of agricultural lands are estimated at 40 points which is on the boundary between low and medium fertility; the productivity resource is 16 cwt per hectare.

**Key words:** acidity, humus, nitrogen, phosphorus, potassium, qualitative estimation, estimated productivity score.

**Lyko D., Lyko S., Portukhai O., Bezverkha O.** Cellulolytic activity of soddy-podzolic soils on different biotops // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 53–57.

Rivne State University for Humanities

e-mail: bezverkha\_o@ukr.net

The agrochemical properties of sod-podzolic soils of agricultural land of different use on the territory of Volodymyrets district, Rivne region, which, according to agro-soil zoning, belongs to the Western soil province of Ukrainian Polissia was analyzed. A cellulolytic activity of studied soils under natural pastures, fallows and arable land due to intensity of decay of linen is given. For natural pastures and forests according to the scale offered by D.G. Zviagintsev, the cellulolytic activity of sod-podzolic soils is average, for arable land it is weak. The dependence of the activity level of cellulolytic destructive organisms on the agrochemical properties of soils is investigated. The reduction of decomposition of linen is observed in the series: natural pasture — fallow — arable land. Accordingly, in this series, a decrease in the content of alkali hydrolyzed nitrogen, a decrease in the content of humus and calcium was found. The influence of climatic factors on the activity of microorganisms was analyzed. The decomposition of the linen for the period under investigation was most active at higher air temperatures and higher rainfall amount.

**Key words:** microorganisms, cellulolytic activity, agrochemical properties of soils, natural pasture, fallow, arable land.

**Demydov O.<sup>1</sup>, Hudzenko V.<sup>1</sup>, Sardak M.<sup>2</sup>, Ishchenko V.<sup>3</sup>, Demyanyuk O.<sup>4</sup>** Ecological spring barley strain testing on the final stage of breeding // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 58–65.

<sup>1</sup> *The V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS*

<sup>2</sup> *Nosivka Plant Breeding Experimental Station of the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS*

<sup>3</sup> *Kirovohrad State Agricultural Experimental Station of NAAS*

<sup>4</sup> *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: m@heats@ukr.net*

The paper gives the results of studying promising barley breeding lines during 2015–2017 in various ecological zones of Ukraine, namely, Central Forest-steppe (V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS), Polissya (Nosivka Plant Breeding Experimental Station of the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS) and Northern Steppe (Kirovohrad State Agricultural Experimental Station of NAAS). Using AMMI and GGE biplot models, breeding lines were ranked according to yield potential and its stability in changing growing conditions. The lines with optimal combination of productivity and stability such as Nutans 4855, Nutans 4941 and Deficiens 5005 were identified. The efficiency of combining ecological testing with statistical-graphical analysis in order to identify genotypes with increased adaptive potential is shown. It is advisable to use this approach on the final stages of breeding work for a more detailed assessment of the lines being candidates for varieties.

**Key words:** spring barley, breeding lines, ecological strain testing, yield, adaptability, stability, AMMI, GGE biplot.

**Kucheryavenko O.<sup>1</sup>, Pyrih O.<sup>1</sup>, Budzanivska I.<sup>2</sup>** Influence of microbial preparations on productiveness and quality of potato plants from in vitro culture under PVM // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 65–70.

<sup>1</sup> *Institute of Agricultural Microbiology and Agricultural Production of NAAS*

<sup>2</sup> *Taras Shevchenko National University of Kyiv, NSC «Institute of Biology»*

*e-mail: okskucher83@gmail.com*

The positive effect of microbial preparations on growth, development and production process of vitro potato plants grown in vivo and affected by PVM has been defined. Preplant inoculation of potato plants of in vitro culture with biological products has pro-

moted the weight increase of one clone of virus-infected potato plants by 49.6–45.4%. Along with the increase in productiveness of potato, the inoculation with microbial preparations improves quality indicators of productiveness of the culture; in particular it raises the content of starch in tubers by 2.1–6.5%, of ascorbic acid by 10.7–19.2%.

**Key words:** potato, in vitro culture, M-potato virus, microbial preparations.

**Sirik O., Hlushchenko L.** Assessment of cercosporosa harmfulness on the Echinacea purpurea // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 71–76.

*Experimental Station of Medicinal Plants of Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: l256@ukr.net*

Results of the studies indicate that cercosporosis significantly affects the yield of Echinacea purpurea, already at 6–25% of disease development the plant loses a large percentage of raw materials. As a result, reducing assimilation leaf surface by browning and death of the affected tissue patches — reduced harvest aboveground mass — grass, and also reduced the crop roots. The higher the degree of destruction was a plant, the more weight reduction elevated part had — from 30% in low and 60% with a strong and weight of roots with rhizomes — from 42% in low and 60% with a strong degree of affection disease. Hazard ratio decreased from 0.8 to 1.7% for each percentage of the disease. These data prove the need to develop both fighter and preventive measures to reduce crop losses of raw Echinacea purpurea from cercosporosis.

**Key words:** Echinacea purpurea, cercosporosis, disease, harm, coefficient, lesion.

**Draga M., Kichigina O., Zatsarinna Yu., Tsybro Yu.** Seed quality of crops seeds under the action of organomineral fertilizer Viteri 8-4-5 // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 76–82.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: m\_draga@hotmail.com*

The Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS Laboratory tests dealing with the selection of optimal parameters, namely, concentrations of organic-mineral fertilizer Viteri 8-4-5, duration and methods of pre-sowing seed treatment of agricultural crops with the aim of improving the seed quality indices were carried out. Studies were carried out on seeds of leguminous and cereal crops, namely: soybean variety Cordoba, spring wheat variety Tryzo, oat variety Desnyansky, hybrids of corn Zbruch and DN Vys, buckwheat variety Ukrainka. The most significant impact on the improvement of seed quality of the studied agricultural crops (according to seed germination index) was observed in the 24-hour pre-



sowing soaking of the seeds in 1% dilution of the fertilizer. Thus, the increasing of the seed germination indices of the soybean variety Cordoba and hybrid of corn Zbruch were by 13.5 % and by 10.8% accordingly compared to the control.

**Key words:** organo-mineral fertilizer Viteri 8-4-5, seeds of agricultural crops, sowing quality, germination energy, similarity.

**Savchuk I.<sup>1</sup>, Melnychuk P.<sup>2</sup>** The heavy metals (Pb and Cd) accumulation in beef meat when using triticale and lupin in a diet // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 82–86.

<sup>1</sup> The Institute of Polissia Agriculture of NAAS

<sup>2</sup> Zhytomyr National Agroecological University

e-mail: isavchuk.zt@ukr.net

The recipes of grain mixtures for young stock fattening in the third zone of radioactive contamination with different dosages of triticale have been developed. It has been determined that the Pb concentration in the produce was considerably less than the MPL hereby the content of Pb in the longest muscle of animals back in testing groups decreased by 0.004–0.055mg/kg or by 2.8–32% as compared to check analogies. When 29–40% (in mass) of grain chop is substituted by 20–40% (in mass) of triticale chop, the Pb concentration in liver also decreases by 11.8–13.1%. The level of beef meat and liver contamination by Cd was 9.8–14.6 and 2.3–3.1 times more than in the normative requirements. The concentration of Cd in meat and liver occurred to be the least in the second group of animals — 0.488 and 0.689 mg/kg correspondingly. In the bull-calves of this group the content of Cd in the longest muscle of animals back and in the liver was less by 24.3–33.2% and 21.4–25.4% correspondingly as compared to the analogies in other testing groups. The coefficients of Cd transition into beef-meat and liver were high — 18.8–29.9% and 26.6–40.7% correspondingly. The substitution of 20% (in mass) of grain chop for the same amount of triticale chop in a grain-mixture content when fattening the calves contributed to a considerably lesser transition of Cd into the production (18.8 and 26.6% that is lower than the analogical indexes in other groups by 9.6–11.1%, 9.3–14.1% correspondingly.

**Key words:** bull-calves, concentration, Pb, Cd, longest muscle of a back, liver, triticale, diet.

**Konishchuk V.<sup>1</sup>, Batochenko V.<sup>2</sup>, Pankovska H.<sup>2</sup>** Phytosociological analysis of hydro ecosystems of the NDP «North Podillya» // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 87–94.

<sup>1</sup> Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

<sup>2</sup> National Natural Park «Pivnichne Podillia»

e-mail: konishchuk\_vasyl@ukr.net

It is substantiated that the territory of the NNP «Pivnichne Podillia» is unique in the phytosociological meaning of the ecosystem — three species of plants (*Cochlearia pyrenaica* DC., *Sesleria caerulea* (L.) Ard., *Spiranthes amoena* (M. Bieb.) Spreng.) occur in Ukraine only here, the location of which was confirmed by us in 2017 new NNP ecotops of the Red Data Book of Ukraine were marked: *Utricularia intermedia* Hayne, *U. minor* L., *Salix lapponum* L., *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó, *D. majalis* (Rchb.) PF Hunt et Summerhayes. A part of the species of the Red Data Book of Ukraine, found in literary sources, have been identified. The list of regionally rare plants of Lviv region is analyzed. There are 10 phytogroups of the Green Data Book of Ukraine. Rare wetland types of natural environments of the Bern Convention are presented. After further research, we recommend the inclusion of the following vulnerable, rare, endangered species of flora of wetlands and peatlands of the North Podillia: *Drosera rotundifolia* L., *Lathyrus palustris* L., *Ophioglossum vulgatum* L., *Veratrum lobelianum* Bernh., *Lotus uliginosus* L., *Eriophorum gracile* Koch, *Parnassia palustris* L., *Triglochin palustre* L., *Blysmus compressus* (L.) Panz. ex Link., to the fourth edition of the Red Data Book of Ukraine.

**Key words:** phytosozonoms, Red, Green Data Books of Ukraine, hydrohelophytes, National Nature Park «Pivnichne Podillia», Lviv region.

**Tymoshenko L.<sup>1</sup>, Fedko R.<sup>2</sup>** Morpho-biological changes of vegetative organs of small-leaved linden (*Tilia cordata* L.) in conditions of urban settlements of Poltava region // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 95–100.

<sup>1</sup> Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

<sup>2</sup> Experimental Station of Medicinal Plants of Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: Lyudmila\_Tymoshenko@bigmir.net

In cities, the number of leaf plates decreased by a maximum of 43% in near-field plantings compared with control. The area of sheet plates on the annual shoots — by 28% within the limits of street plantings. In addition to changing the linear dimensions of the assimilation apparatus, an increase in the number of stomachs per 1 mm<sup>2</sup> of the leaf surface and an increase in the proportion of closed prostheses was noted, with the fact that in the vast majority this phenomenon was observed on leaf plates of street plants selected from plants, in comparison with the plant material of other urban and country plantings of linden. An increase in the number of capillaries can be considered as a protective reaction of plants to a high concentration of transport emissions in the air. The revealed violations at the level of the leaf apparatus, in turn, led to a decrease in the growth of annual shoots in the city. At the level of the whole plant, the form of crowns changed, the obliteration of the branches decreased,

and the indicators of the state of health declined. The morpho-biological changes of the vegetative organs of the linden heart-shaped in the conditions of the urban settlements of the Poltava region could be used for phytodynamic state of the urban environment.

**Key words:** morphological changes, vegetative organs, *Tilia cordata* L., leaf apparatus, urban settlements.

**Khyzhnyak S., Polishchuk S., Samkova O., Kono-pol'skiy O., Voitsitskiy V.** Ecotoxicity evaluation of modern herbicides by their effect on the soil mesofauna // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 100–106.

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

*e-mail: khs2014@ukr.net*

Pesticides, as biologically active substances, can influence on biota of agroecosystems, in particular on fauna of invertebrate animals that play an important role in soil-forming process. The work is devoted to study of the ecotoxicity of herbicidal preparations, belonging to the class of chloroacetanilide (chloroacetamides), on the representatives of soil mesofauna. In laboratory conditions the behavioral response and quantitative changes of earthworms *Eisenia foetida* were investigated under the influence of herbicides of selective action in dependence on a concentration and time of display (7 and a 14 days), using the artificial substrates of following composition: sphagnum peat moss (10%), kaolin clay (20%) and quartz sand (70%). Based on the study of acute toxicity it was found that herbicidal preparations with active ingredient propisochlor (720 g/l) or active ingredient acetochlor (900 g/l) that used in the form of the emulsion concentrate (EC) are slightly toxic. Herbicidal preparations used in the form of suspension concentrate (SC) with active substance metazachlor (400 g/l) is safe for the representatives of soil mesofauna. The obtained results concerning the ecotoxicity of new generation of herbicidal preparations are necessary to consider when using them taking into account the forms of preparations and recommended doses.

**Key words:** agroecosystem, herbicide, ecotoxicity, soil fauna, *Eisenia foetida*.

**Tertychna O.<sup>1</sup>, Shynkarenko V.<sup>2</sup>, Pinchuk V.<sup>1</sup>, Brygas O.<sup>1</sup>, Kotsovska K.<sup>1</sup>** Bioindication of ecological stress around enterprises of industrial poultry farming // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 107–113.

<sup>1</sup> *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

<sup>2</sup> *Institute for Safety Problems of NPPs of the National Academy of Sciences of Ukraine*

*e-mail: olyater@ukr.net*

The sterility of pollen grains of indicator plants (yarrow — *Achillea submillefolium* Klok. and celan-

dine large — *Chelidonium majus* L.) is investigated around two enterprises of industrial poultry farming. It was established, that the area of ecological stress around these enterprises in its size is more than by order higher than the size of the sanitary protection zone. The concentrations of gases such as ammonia (NH<sub>3</sub>), nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>), sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) and hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) were measured in the air near the sampling points of pollen. Concentrations of gas emissions of ammonia, nitrogen dioxide and sulfur dioxide are varied with distance from poultry enterprises under the same distribution law, close to the Lorentz's function. Gaussian model of atmospheric diffusion is taken into account too. Each of these gases can be considered as a marker of plume emissions from the poultry enterprise. It has been found, that the use of celandine large's pollen as a phytoindicator of adverse ecological factors provides a higher sensitivity, than yarrow's pollen. It is shown, that the distribution of the proportion of sterile pollen with the distance from the poultry enterprise is described using the Lorentz's function. The approximation of the dependence curve of the proportion of sterile pollen from the distance from the poultry enterprise, by the example of broiler production, is demonstrated a higher sensitivity of yarrow's pollen than celandine large's pollen. The assumption about predominant role of aerosol particles in comparison with the gas phase of emission in the increase of the fraction of sterile pollen grains around the enterprises of industrial poultry farming is expressed.

**Key words:** industrial poultry farming, bioindication, sterile pollen, atmospheric pollution, ammonia, nitrogen dioxide, sulfur dioxide.

**Orlovskyy A.<sup>1</sup>, Boiko A.<sup>2</sup>, Sos N.<sup>1</sup>, Zvigun V.<sup>1</sup>** Bacterial and viral hemorrhages of tree plants of forest biocenoses // Agroecological journal. — 2017. — No. 4. — P. 114–117.

<sup>1</sup> *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

<sup>2</sup> *D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of NAS of Ukraine*

*e-mail: ostunpower@ukr.net*

The paper analyzes the results of study of bacterial and viral pathogens on woody plants of forest ecosystems. We evaluated plant productivity and quality of the fruits of pears and dog-roses, hops inflorescences under the influence of the infectious process. Lesions of commercial products by pathogens of various taxonomic groups is studied. The list of pathogens causing mixed infections, which are the most harmful for wood plants of forest biocenoses, is given. These include, in particular, *Erwinia amylovora*, which is found to be infected with bacteriophages of an unknown taxon and *Pseudomonas* spp., which often, independently of each other, causes mixed infections together with the ilarviruses. The ilarvirus also causes mixed infections with carvavirus and TMV.



**Key words:** bacteria, viruses, biocenosis, quality.

**Zakharchuk V.** Influence of ecological factors of forest ecosystem restoration on the floodplains of Zhytomyr Polissya // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 4. — P. 117–122.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

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

An assessment of the pine forest natural regeneration on the land of Zhytomyr Polissya taken out of agricultural use as a result of radioactive contamination was given. The influence of ecological factors on the process of the appearance of wood species self-seeding has been established. The main environmental factors that influence the woody vegetation natural regeneration on the fallows are soil conditions; wetting degree of the territory, species composition and density of terrestrial vegetation. Successful pine restoration is usually possible, under conditions of the prevailing planting of reproductive age presence from the direction of dominant winds and sufficient soil moisture during the vegetative period of 2–3 years after the seeds arrival.

**Key words:** natural regeneration of wood species; fallows; radioactive contamination; environmental factors.

**Vergunov V., Yurchak E.** Environmental aspects of chemical interaction of plants in creative heritage of L. YURCHAK (to the 80-th anniversary of birth) // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 4. — P. 123–130.

*National Scientific Agricultural Library of NAAS*

*e-mail: elvlyur1012@gmail.com*

Larysa Demyanivna Yurchak (1937–2010) — a scientist who is involved in the introduction of the

doctrine of the chemical interaction of plants or allelopathy as a separate branch of natural science in the early 60's of the 20th century is given. L.D. Yurchak was a co-developer of the development of one of the first and most versatile methods in allelopathy, a biological test for germination of seeds, which was widely used in planting practice. Emphasizing the ecological principles of chemical interaction of plants in different types of phytocenoses, she determined the role of microorganisms in soil in legumes, flower, fruit, fodder and aromatic crops, which contributes to increasing soil fertility and the yield of high-quality crop production. Investigating aromatic plants on the example of Muscat sage, L.D. Yurchak studied the dynamics of allylopathic active substances, the allelopathic activity of essential oils, plant residues of aromatic plants and waste oils of ethereal oil production. On the example of aromatic plants, the researcher comprehensively substantiated the ecological approach in solving urgent problems of agriculture. She developed and proposed new crop rotation of sage muscat cereal-feed-ether-rolled area, the characteristic feature of which was the presence of not one but two or three types of aromatic plants in them, which is of economic importance for increasing the profitability of ethereal oil production. In addition to traditional issues included in each plant cultivation technology, the scientist paid considerable attention to the allelopathic aspects that had not been taken into account before — a selection of varieties with the least autoworthable tolerance properties, a place in the crop rotation from the positions of the anilopathic effect of the previous and subsequent crops in the agrophytocenosis system, the allelopathic evaluation of post-mortem residues and waste products, etc.

**Key words:** L.D. Yurchak, chemical interaction of plants (allelopathy), A.M. Grodzinsky, ground-level, aromatic plants, ecology.

---

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

---

**Аристархова Елла Олександрівна**, кандидат біологічних наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: earistarchowa@yahoo.de

**Бандурович Юрій Юрійович**, Закарпатська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Берегове, Закарпатська обл., e-mail: roduchistp@ukr.net

**Баточенко Володимир Миколайович**, НПП «Північне Поділля», м. Броди, Львівська обл., e-mail: park\_pp@ukr.net

**Безверха Оксана Володимирівна**, Рівненський державний гуманітарний університет, e-mail: bezverha\_o@ukr.net

**Бойко Анастасія Анатолівна**, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, e-mail: agroecology\_naan@ukr.net

**Бригас Олена Петрівна**, кандидат біологічних наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: brygas.o.p@gmail.com

**Будзанівська Ірина Геннадіївна**, доктор біологічних наук, професор, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології та медицини», м. Київ, e-mail: birishechka68@gmail.com

**Вергунів Віктор Анатолійович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН, м. Київ, e-mail: tatdnsbg@ukr.net elvlyur1012@gmail.com

**Войцицький Володимир Михайлович**, доктор біологічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: khs2014@ukr.net

**Волков Павло Олександрович**, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Харків, e-mail: p\_volkov@ukr.net

**Глушенко Людмила Анатоліївна**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування НААН, с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., e-mail: l256@ukr.net

**Гудзенко Володимир Миколайович**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН, с. Центральне, Миронівський р-н, Київська обл., e-mail: barley22@ukr.net

**Демидов Олександр Анатолійович**, доктор сільськогосподарських наук, доцент, член-кореспондент НААН, Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН, с. Центральне, Миронівський р-н, Київська обл., e-mail: mwheats@ukr.net

**Дем'янюк Олена Сергіївна**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробіт-

ник, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: demolena@ukr.net

**Десенко Володимир Григорович**, Харківська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Харків, e-mail: kharkiv@iogu.gov.ua

**Драга Мар'яна Василівна**, кандидат біологічних наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: m\_draga@hotmail.com

**Захарчук Володимир Андрійович**, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: agroecology\_naan@ukr.net

**Зацарінна Юлія Олександрівна**, кандидат біологічних наук, Інститут агроекології і природокористування НААН м. Київ, e-mail: agroecology\_naan@ukr.net

**Іщенко Віталій Анатолійович**, кандидат сільськогосподарських наук, Кіровоградська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН, с. Созонівка, Кіровоградський р-н, Кіровоградська обл., e-mail: semena.2013@ukr.net

**Канівець Сергій Вікторович**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Харків, e-mail: kharkiv@iogu.gov.ua

**Кічигіна Ольга Олександрівна**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН, e-mail: agroecology\_naan@ukr.net

**Коніщук Василь Васильович**, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: konishchuk\_vasyl@ukr.net

**Конопольський Олександр Петрович**, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: khs2014@ukr.net

**Косарчук Ольга Вікторівна**, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології, м. Київ, e-mail: may\_07@i.ua

**Коцовська Катерина Василівна**, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: kukurkv@i.ua

**Краснов Захар Васильович**, Харківська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Харків, e-mail: kharkiv@iogu.gov.ua

**Кучерявенко Оксана Олександрівна**, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернівці, e-mail: okskucher83@gmail.com

**Лазарєв Микола Михайлович**, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: laz\_rev@i.ua

**Ландін Володимир Петрович**, доктор сільськогосподарських наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: vlad\_land@ukr.net

**Левчук Святослав Євлогієвич**, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології, м. Київ, e-mail: SlavaLevchuk64@gmail.com

**Лико Дарія Василівна**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, e-mail: bezverha\_o@ukr.net

**Лико Сергій Михайлович**, кандидат сільськогосподарських наук, професор, Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, e-mail: bezverha\_o@ukr.net

**Мельничук Олександр Павлович**, аспірант, Житомирський національний агроекологічний університет, e-mail: pawlovich@ukr.net

**Мудрак Олександр Васильович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, КВНЗ «Вінницька академія неперервної освіти», м. Вінниця, e-mail: ov\_mudrak@ukr.net

**Овчинникова Юлія Юріївна**, Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця, e-mail: yu.ovchinnikova@donnu.edu.ua

**Орел Олександр Євгенович**, Харківська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Харків, e-mail: kharkiv@iogu.gov.ua

**Орловський Анатолій Вікторович**, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: mumuk6500@gmail.com

**Паньковська Галина Петрівна**, кандидат сільськогосподарських наук, НПП «Північне Поділля», м. Броди, Львівська обл., e-mail: ptashka0@ukr.net

**Пиріг Олександр Вікторович**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, e-mail: altrockman1986@gmail.com

**Пінчук Валерій Олександрович**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: pinchuk\_vo@ukr.net

**Полічко Валентина Степанівна**, Закарпатська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Берегове, Закарпатська обл., e-mail: roduchistp@ukr.net

**Поліщук Сергій Володимирович**, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Український науково-дослідний інститут

сільськогосподарської радіології, м. Київ, e-mail: PolishchukS@i.ua

**Портухай Оксана Іванівна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, e-mail: bezverha\_o@ukr.net

**Риженко Наталія Олександрівна**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ, e-mail: alsko2011@ukr.net

**Романова Світлана Адольфівна**, кандидат сільськогосподарських наук, ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, e-mail: romanowa@iogu.gov.ua

**Романчук Людмила Донатівна**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Житомирський національний агроекологічний університет, м. Житомир, e-mail: LRomanchuk@rambler.ru

**Савчук Іван Миколайович**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут сільського господарства Полісся НААН, м. Житомир, e-mail: isavchuk.zt@ukr.net

**Самкова Оксана Петрівна**, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: khs2014@ukr.net

**Сардак Микола Олексійович**, кандидат сільськогосподарських наук, Носівська селекційно-дослідна станція Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН, с. Дослідне, Носівський р-н, Чернігівська обл., e-mail: sds11@ukr.net

**Сірік Оксана Миколаївна**, Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування НААН, с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., e-mail: ukrvilar@ukr.net

**Сус Назарій Петрович**, аспірант, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: nazar.sus@gmail.com

**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

**Фандалюк Алла Володимирівна**, кандидат сільськогосподарських наук, Закарпатська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Берегове, Закарпатська обл., e-mail: roduchistp@ukr.net

**Федонюк Роман Григорович**, аспірант, Житомирський національний агроекологічний університет, м. Житомир, e-mail: rfedonyk@mail.ua

**Федонюк Тетяна Павлівна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Житомирський національний агроекологічний університет, м. Житомир, e-mail: tana300@rambler.ru

**Федько Роман Миколайович**, кандидат біологічних наук, Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування НААН, с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., e-mail: yalinka-f@ukr.net

**Хижняк Світлана Володимирівна**, доктор біологічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: khs2014@ukr.net

**Цвігун Вікторія Олександрівна**, кандидат біологічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: vika-natsevich@ukr.net

**Цибро Юлія Анатоліївна**, Інститут агроєкології і природокористування НААН, e-mail:

agroecology\_naam@ukr.net

**Чабовська Ольга Іванівна**, Харківська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Харків, e-mail: kharkiv@iogu.gov.ua

**Шигимага Ірина Леонідівна**, Харківська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Харків, e-mail: kharkiv@iogu.gov.ua

**Шинкаренко Віктор Костянтинович**, кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, м. Київ, e-mail: shvk@ua.fm

**Юрчак Еліна Володимирівна**, Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН, м. Київ, e-mail: elvlyur1012@gmail.com

# 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), РІНЦ (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**