

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

3-2015

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),
РІНЦ (Російська Федерація),
Index Copernicus (Республіка Польща)
Googl 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 № 9 від 14.09.2015)
Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 21008-10808 ПР від 15.10.2014**

Підписано до друку 29.09.2015 р. Формат 70×100/16. Друк офсетний.
Ум. друк. арк. 12,3. Наклад 500 прим. Зам. № АЕ-03–15.

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

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

3 · 2015



КИЇВ · 2015

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief

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

Executive Secretary

DEMYANYUK O., Ph.D. of Agricultural Science, Senior Researcher

Output editor

RYZHYKOVA L.

- | | |
|--|---|
| BOYKO A. ,
<i>Doctor of Biological Science, Prof.,
Full member of NAAS</i> | PRISTER B. ,
<i>Doctor of Biological Science, Full member of NAAS</i> |
| BULYGIN S. ,
<i>Doctor of Agricultural Science, Prof.,
Full member of NAAS</i> | RADCHENKO V. ,
<i>Doctor of Biological Science, Prof.,
Full member of NAS of Ukraine</i> |
| GRYNYK I. ,
<i>Doctor of Agricultural Science,
Full member of NAAS</i> | SOZINOV O. ,
<i>Doctor of Agricultural Science, Prof.,
Full member of NAS of Ukraine and NAAS</i> |
| GUDKOV I. ,
<i>Doctor of Biological Science, Prof.,
Full member of NAAS</i> | STADNYK A. ,
<i>Doctor of Agricultural Science, Senior Researcher,
Full member of FAS of Ukraine</i> |
| DREBOT O. ,
<i>Doctor of Economic Science, Senior Researcher</i> | TARARIKO O. ,
<i>Doctor of Agricultural Science, Prof.,
Full member of NAAS</i> |
| ZHUKORSKY O. ,
<i>Doctor of Agricultural Science, Senior Researcher</i> | TARASYUK S. ,
<i>Doctor of Agricultural Science, Senior Researcher,
corresponding member of NAAS</i> |
| ZARYSHNYAK A. ,
<i>Doctor of Agricultural Science, Prof.,
Full member of NAAS</i> | CHOBOTKO G. ,
<i>Doctor of Biological Science, Prof.</i> |
| ISAYENKO V. ,
<i>Doctor of Biological Science, Prof.</i> | SHERSTOBOEVA O. ,
<i>Doctor of Agricultural Science, Prof.</i> |
| IUTYNSKA G. ,
<i>Doctor of Biological Science, Prof., corresponding
member of NAS of Ukraine</i> | SHERSHUN M. ,
<i>Doctor of Economic Science</i> |
| KONISHCHUK V. ,
<i>Doctor of Biological Science, Senior Researcher</i> | ALEKNAVICIUS P. ,
<i>Doctor of Social Science, Prof. (Lithuania)</i> |
| KOPYLOV E. ,
<i>Doctor of Biological Science, Senior Researcher</i> | VOLKOV S. ,
<i>Doctor of Economic Science,
Full member of RAAS (Russian Federation)</i> |
| KUCHMA M. ,
<i>Doctor of Agricultural Science</i> | ZHEKONIENE V. ,
<i>Doctor of Biomedical Science, Prof. (Lithuania)</i> |
| LAVROV V. ,
<i>Doctor of Agricultural Science, Prof.</i> | KOLMYKOV A. ,
<i>Doctor of Economic Science
(Belarus)</i> |
| LANDIN V. ,
<i>Doctor of Agricultural Science, Senior Researcher</i> | KOWALSKI A. ,
<i>Doctor of Economic Science, Prof. (Poland)</i> |
| MOKLYACHUK L. ,
<i>Doctor of Agricultural Science, Prof.</i> | NAD J. ,
<i>Doctor of Agricultural Science, Prof. (Hungary)</i> |
| PALAPA N. ,
<i>Doctor of Agricultural Science, Senior Researcher</i> | SOBCHYK V. ,
<i>Doctor of Agricultural Science, Prof. (Poland)</i> |
| PARPAN V. ,
<i>Doctor of Biological Science, Prof.</i> | TIKHONOVICH I. ,
<i>Doctor of Biological Science, Prof.,
Full member of RAAS (Russian Federation)</i> |
| PARFENYUK A. ,
<i>Doctor of Biological Science, Senior Researcher</i> | |

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

ФУРДИЧКО О.І., д-р екон. наук, проф., акад. НААН

Відповідальний секретар

ДЕМ'ЯНЮК О.С., канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.

Відповідальний редактор

РИЖИКОВА Л.Г.

- | | |
|---|--|
| БОЙКО А.Л. ,
д-р біол. наук, проф., акад. НААН (Київ) | ПРИСТЕР Б.С. ,
д-р біол. наук, проф., акад. НААН (Київ) |
| БУЛИГІН С.Ю. ,
д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН (Київ) | РАДЧЕНКО В.Г. ,
д-р біол. наук, проф., акад. НАН України (Київ) |
| ГРИНИК І.В. ,
д-р с.-г. наук, акад. НААН (Київ) | СОЗІНОВ О.О. ,
д-р с.-г. наук, проф., акад. НАН України
і НААН (Київ) |
| ГУДКОВ І.М. ,
д-р біол. наук, проф., акад. НААН (Київ) | СТАДНИК А.П. ,
д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб.,
акад. ЛАН України (Біла Церква) |
| ДРЕБОТ О.І. ,
д-р екон. наук, старш. наук. співроб. (Київ) | ТАРАРІКО О.Г. ,
д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН (Київ) |
| ЖУКОРСЬКИЙ О.М. ,
д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб. (Київ) | ТАРАСЮК С.І. ,
д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб.,
чл.-кор. НААН (Київ) |
| ЗАРИШНЯК А.С. ,
д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН (Київ) | ЧОБОТЬКО Г.М. ,
д-р біол. наук, проф. (Київ) |
| ІСАЄНКО В.М. ,
д-р біол. наук, проф. (Київ) | ШЕРСТОБОЄВА О.В. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Київ) |
| ІУТИНСЬКА Г.О. ,
д-р біол. наук, проф., чл.-кор. НАН України (Київ) | ШЕРШУН М.Х. ,
д-р екон. наук (Київ) |
| КОНЩУК В.В. ,
д-р біол. наук, старш. наук. співроб. (Київ) | АЛЕКНАВІЧЮС П.Ю. ,
д-р соц. наук, проф. (Литовська Республіка) |
| КОПИЛОВ Є.П. ,
д-р біол. наук, старш. наук. співроб. (Чернігів) | ВОЛКОВ С.М. ,
д-р екон. наук, проф., акад. РАСГН
(Російська Федерація) |
| КУЧМА М.Д. ,
д-р с.-г. наук (Київ) | ЖЯКОНЕНЕ В.Ю. ,
д-р біомед. наук, проф. (Литовська Республіка) |
| ЛАВРОВ В.В. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Біла Церква) | КОЛМИКОВ А.В. ,
д-р екон. наук (Республіка Білорусь) |
| ЛАНДІН В.П. ,
д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб. (Київ) | КОВАЛЬСЬКІ А. ,
д-р екон. наук, проф. (Республіка Польща) |
| МОКЛЯЧУК Л.І. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Київ) | НАДЬ Я. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Угорщина) |
| ПАЛАПА Н.В. ,
д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб. (Київ) | СОБЧИК В. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Республіка Польща) |
| ПАРПАН В.І. ,
д-р біол. наук, проф. (Івано-Франківськ) | ТИХОНОВИЧ І.А. ,
д-р біол. наук, проф., акад. РАСГН
(Російська Федерація) |
| ПАРФЕНЮК А.І. ,
д-р біол. наук, старш. наук. співроб. (Київ) | |

**РАЦІОНАЛЬНЕ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО
ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**

Запольський А.К., Шумигай І.В.
Охорона питних вод від виснаження і забруднення

Палапа Н.В., Дребот О.І.
Проблеми збалансованого розвитку сільських територій у країнах світу та шляхи їх розв'язання

Лавров В.В., Стадник А.П., Житовоз А.В., Сагдеев Т.Ю., Полішук З.В.

Лісові насадження зеленої зони м. Біла Церква за впливу промислового добування граніту

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ
Канівець С.В., Воронко Л.Ю., Чабовська О.І., Глибовець І.О., Коростін О.В., Шигимага І.Л., Щеглова А.О.

Сезонна динаміка вмісту нітратів у поверхневих і ґрунтових водах

Клименко Н.А., Залеський І.І., Бедункова О.А., Клименко А.Н., Глаз С.Н.
Просторово-часові зміни мікрокомпонентного складу вод р. Устя

Христюк Ю.О., Наконечний І.В.
Гідрологічний стан і сезонна мінералізація вод р. Мертвовід

Риженко Н.О., Кавецький В.М.
Оцінювання фітотоксичності Cd, Zn, Cu, Pb, Co, Ni за полярністю їх дитизонатів і показником Ld₅₀

РОДЮЧИСТЬ І ОХОРОНА ҐРУНТІВ
Трускавецький С.Р., Вяткін К.В., Шерстюк О.І.

Моніторинг ерозійних процесів за даними космічного знімання

Сіліч І.О.
Буферні властивості ґрунтів як показник забруднення важкими металами едафотопів Криворізької урбоєкосистеми

**ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ
АГРОТЕХНОЛОГІЇ**

Гриник І.В., Москалець Т.З., Москалець В.В.
Екологічна роль триби *Triticeae* у динаміці біологічної активності едафотопів

Дерев'янський В.П.
Продуктивність сої залежно від заходів захисту рослин

**RATIONAL NATURAL
ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
AND PROTECTION
OF ENVIRONMENT**

6 **Zapolskiy A., Shumyhay I.**
Protection of drinking water from depletion and pollution

16 **Palapa N., Drebot O.**
Problems of sustainable rural development in foreign countries and ways of their solutions

25 **Lavrov V., Stadnyk A., Zhytovoz A., Sagdeev T., Polishchuk Z.**
Forest plantations in green zone of the town of Bila Tserkva under the influence of granite industrial extraction

AGRO-ECOLOGICAL MONITORING
33 **Kanivets S., Voronko L., Chabovska A., Glybovets I., Korostin O., Shyhymaha I., Shcheglova A.**

Seasonal dynamics of nitrates contents in the superficial and ground waters

39 **Klimenko N., Zaleski I., Bedunkova O., Klimenko A., Glaz S.**
Spatio-temporal changes of the micro-compositional contents of the Ustyia river waters

45 **Khrystych Y., Nakonechny I.**
Hydrological condition and seasonal salinity of the Mertvovid river waters

52 **Ryzhenko N., Kavetsky V.**
Evaluation of Cd, Zn, Cu, Pb, Co, Ni phytotoxicity by the polarity of their dithizonates and the indicator Ld₅₀

FERTILITY AND PROTECTION OF SOILS
60 **Truskavetskiy S., Vyatkin K., Sherstiuk A.**

Monitoring of erosion processes according to the data of satellite observations

65 **Silich I.**
Buffer properties of soils as an indicator of edaphotopes contamination by heavy metals of Kryvyi Rih urboecosystem

**ENVIROMENTALLY SAFE
AGROTECHNOLOGIES**

69 **Grynyk I., Moskalets T., Moskalets V.**
The ecological role of the tribe *Triticeae* in the dynamics of biological activity of edaphotopes

76 **Derev'yansky V.**
Soybean performance depending on the protective measures application

**Туріна О.Л., Дідович С.В.,
Кулініч Р.О., Дідович О.М.**

Вплив комплексної інокуляції насіння на ґрунтову мікрофлору агрофітоценозу зерно-бобових культур

**Заїменко Н.В., Дідик Н.П.,
Елланська Н.Е., Павлюченко Н.А.,
Юношева О.П., Закрасов О.В., Росіцька Н.В.**

Перспективи застосування екзометаболітів мікроміцетів та анальциму для захисту рослин капусти від фузаріозу

БІОРИЗНОМАНІТТЯ ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

**Бойко А.Л., Опришко Н.О., Цвігун В.О.,
Орловська Г.М.**

Діагностика насіннєвої вірусної інфекції овочевих культур

**Щетиніна Г.С., Харіна А.В.,
Перебойчук О.П., Будзанівська І.Г.**

Серологічна діагностика Х-вірусу хости в рослин роду *Hosta* Tratt.

Гулай О.В.

Біологічна активність рослин роду *Lemna* щодо патогенних бактерій

Глуценко Л.А., Старовойтова М.Ю.

Екологічні особливості потенційно сировинних лікарських рослин мезогенеробних еко-топів річок басейну Сули

**Чабанюк Я.В., Бунас А.А.,
Бровко І.С., Мазур С.О.**

Екологічне оцінювання пестицидів та агрохімікатів за впливом на мезофауну

Новицький В.П., Ландін В.П., Маціборук П.В.

Вплив лисиці звичайної на чисельність мисливської фауни агроландшафтів Лісостепу України

СТОПІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

Дмитрук О.М.

Вплив біопрепаратів Біополіцид та Азотофіт на ріст і розвиток рослин томатів

Дементьєва О.І.

Реакція гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від якості поливної води

Крижанівський А.Б.

Ферментативна активність листя яблуні за впливу штамів *Bacillus thuringiensis* та Конфідору екстра

РЕЦЕНЗІЯ

Бойко А.Л., Тараріко О.Г.

Рецензія на монографію академіка О.І. Фурдичка «Екологічні основи збалансованого розвитку агросфери в контексті європейської інтеграції України»

82 **Turina O., Didovych S., Kulinich R.,
Didovych A.**

The influence of complex seed inoculation on soil microflora of leguminous crops agrophyto-cenosis

87 **Zaimenko N., Didik N., Ellanska N.,
Pavlyuchenko N., Yunosheva A., Zakrasov O.,
Rosicka N.**

Prospects of exometabolites of micromycetiae and analcime application for cabbage plant protection from fusarirose

BIODIVERSITY AND BIOSAFETY OF ECOSYSTEM

93 **Boyko A., Opryshko N., Tsvigun V.,
Orlovskaya G.**

Diagnosis of seed viral infection of vegetable crops

98 **Shchetinina G., Kharina A., Pereboychuk A.,
Budzanivska I.**

Serological diagnosis of Hosta Virus X in plants of *Hosta* Tratt. genus

102 **Gulay A.**

The biological activity of the plants of *Lemna* genus against pathogenic bacteria

107 **Glushchenko L., Starovoitova M.**

Ecological features of potentially raw herbs of mezo-generobic ecotypes of Sula basin rivers

113 **Chabanyuk Y., Bunas A.,
Brovko I., Mazur S.**

Ecological assessment of pesticides and agrochemicals under the influence on mesofauna

119 **Novitsky V., Landin V., Matsiboruk P.**

Influence of red fox on the number of hunting fauna of agrocenosis in Central Steppe of Ukraine

YOUNG SCIENTIST'S PAGE

124 **Dmitruk O.**

The impact of biological preparations Biopolitsyd and Azotofit on the growth and development of tomato plants

127 **Dementieva O.**

Reaction of corn hybrids of different maturity groups depending on the quality of irrigation water

133 **Kryzhanivsky A.**

Fermentative activity in the leaves of apple trees under the influence of *Bacillus thuringiensis* strains and Konfidor extra

REVIEW

137 **Boyko A., Tarariko O.**

Review on the monograph of academician O. Furdychko «Ecological bases of agrosphere sustainable development in the context of European integration of Ukraine»

РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 574.58.001.8

ОХОРОНА ПИТНИХ ВОД ВІД ВИСНАЖЕННЯ І ЗАБРУДНЕННЯ

А.К. Запольський¹, І.В. Шумигай²

¹ Житомирський агроекологічний університет

² Інститут агроекології і природокористування НААН

Розглянуто основні екологічні проблеми водних екосистем. Проаналізовано гідрохімічний режим річок, особливо в аспекті концентрації хімічних речовин та за багаторічними тенденціями. Встановлено вплив антропогенних чинників на гідрологічний та гідрохімічний режими певних ділянок водосховищ та великих і малих річок, а також охарактеризовано рівень техногенного навантаження на них. Здійснено оцінювання екологічної якості сучасного стану водної системи України, що за результатами аналітичних досліджень має тенденцію до погіршення. Виділено басейни малих річок з найгіршим екологічним станом. На основі проведених досліджень запропоновано заходи з досягнення встановлених оптимальних екологічних нормативів.

Ключові слова: водні ресурси, поверхневі води, підземні води, водозабезпеченість, водоспоживання.

Води України належать до найцінніших її багатств, оскільки відіграють важливу роль у житті суспільства, розвитку економіки країни та покращенні стану навколишнього природного середовища. Їх значення як природничого компонента, елемента екосистеми важко переоцінити. Але розвиток суспільства на основі концепції про невичерпність та самовідновлення запасів прісної води, без урахування посиленого антропогенного впливу, призвів до значної деградації водних ресурсів, їх дефіциту, виснаження і погіршення якості. Нині прісну воду відносять до найдефіцитніших ресурсів, що зумовлено їх нерівномірним розподілом між регіонами, а забезпечення її якості — одна з глобальних проблем суспільства. Незважаючи на те, що найближчими десятиліттями очікується різке зростання попиту на якісну воду і загострення водогосподарських проблем, вчені основну увагу продовжують приділяти дослідженню водних басейнів і запобі-

ганню забрудненню водойм, залишаючи без належного розгляду питання якості питної води, з якої, власне, складається все живе на планеті. Тому дедалі гостріше постає проблема збереження ресурсного фонду водних екосистем, необхідності розробки науково обґрунтованої концепції природокористування та комплексних критеріїв оцінювання їхнього стану і, відповідно, відновлення порушених річкових екосистем. Слід наголосити, на сьогодні в Україні освоєння природних ресурсів, зокрема водних екосистем, досягло таких розмірів, що фактично не залишилося басейнів річок, на яких не позначилося втручання людини (Сніжко, 2004; Огняник, 2006).

Питання забезпечення населення якісною питною водою є пріоритетним у багатьох екологічних програмах як світового, так і державного рівнів. Вагомим напрямком вирішення цих проблем водокористування та шляхів вирішення актуальних еколого-економічних питань внесли такі вчені, як Л.А. Кульський, І.Т. Горонівський, А.М. Качановський, А.В. Яцик.

© А.К. Запольський, І.В. Шумигай, 2015

Метою дослідження є аналіз системи водопостачання населення, оцінювання екологічної збалансованості водних екосистем країни та визначення обмежувальних чинників впливу на формування екологічної ситуації.

Поверхневі та підземні прісні води є одним із основних джерел питного водопостачання в Україні, однак територіально розподіл водних ресурсів доволі нерівномірний. Тому в процесі водокористування необхідно зважати на їх екологічну ефективність, здійснювати лімітування щодо використання водних ресурсів і оптимізацію структури водокористувачів, що обумовлено рівнем антропогенного навантаження та екологічним станом басейну річок. Централізоване питне водопостачання країни майже на 80% забезпечується завдяки поверхневим водам, які піддаються антропогенному забрудненню, що з урахуванням неефективної роботи водопровідних очисних споруд спричиняє значну проблему забезпечення споживача якісною питною водою.

Україна має обмежені запаси прісної води і вже майже втратила чисті поверхневі води, які відповідають вимогам стандартів на джерела питного водопостачання, оскільки впродовж багатьох років у водойми потрапляли неочищені або недостатньо очищені стічні води, що зумовило техногенне навантаження на водні басейни і перевищило їх самоочисну здатність. Нерівномірний перерозподіл водних ресурсів за різними регіонами та висока густина населення також спричиняють проблеми у забезпеченні народного господарства водою. Різниця у забезпеченні водою західних, східних, північних і південних областей перевищує десятки, а то й сотні разів. Наприклад, для областей, найбільш забезпечених водними ресурсами, показник природного забезпечення становить 618–225 тис. м³/рік (Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська), а для найменш забезпечених – 23–5 тис. м³/рік (Миколаївська, Запорізька, Одеська, Херсонська). Водозабезпеченість 13 областей, площа яких становить 60% території країни, є нижчою від середніх її

рівнів (86,8 тис. м³ на 1 км² площі). Слід підкреслити, що невикористовуваних водних ресурсів в Україні не залишилося. Найбільшими споживачами води у територіальному розрізі є Дніпропетровська (1654 млн м³), Донецька (2142), Запорізька (972), Київська (1064), Херсонська (1319) та Одеська (1699 млн м³) області, на які припадає 71% сумарного обсягу забору води. Тому на більшості територій країни споживачі (населення, промислові та сільськогосподарські підприємства) відчувають нестачу чистої прісної води, гострий дефіцит якої проявляється не лише в маловодних посушливих регіонах, а й там, де її природні запаси цілком могли б задовольнити потреби регіону. Якщо для перших це спричинено абсолютною нестачею води, то для останніх – її забрудненням, неможливістю використовувати таку воду не лише як питну, а й у багатьох галузях народного господарства.

Унаслідок росту антропогенного навантаження на водні ресурси, більшість басейнів річок, що забезпечують потреби населення у воді, не можна вважати екологічно безпечними через їх невідповідність вимогам до питної води. Нині у водоймах накопичилася значна кількість хімічних, бактеріальних, мутагенних та радіоактивних речовин, у т.ч. особливо небезпечних. Унаслідок цього територію нашої країни у 1992 р. ООН оголосила «зоною екологічного лиха» (Гончаренко, 2000; Бондар, 2012; Національна доповідь, 2012).

Нині в Україні майже немає жодної поверхневої водойми, яку можна віднести до водойм першої категорії з чистою питною водою за ступенем забрудненості води та екологічним станом. Тому гідрохімічні вимірювання показників якості поверхневих вод здійснюються переважно за перевищенням ГДК таких речовин, як сульфати, хлориди, нітрати, нітрити, фосфати, залізо, манган, мідь, біологічним (БСК) та хімічним (ХСК) споживанням кисню. За даними моніторингу впродовж останніх років найпоширенішими забруднювальними речовинами є залізо загальне, манган, фосфати, амоній сольовий, БСК. Переви-

щення заліза загального та, особливо, мангану у водах річок спричинено їхнім вимиванням з кристалічних порід Українського щита та проходженням річкових водних об'єктів територією заболочених і лісистих місцевостей, а забруднення фосфатами та подекуди амонієм сольовим зумовлено антропогенними джерелами забруднення, якими є об'єкти комунального господарства, промислові та сільськогосподарські підприємства.

Проблема екологічного стану водних об'єктів є актуальною для всіх водних басейнів України. За даними моніторингу якості вод 2010–2013 рр. у більшості контрольних створів вода характеризується як помірно забруднена і забруднена. Найгірша її якість спостерігається у басейні Сіверського Дінця, річках Приазов'я та Причорномор'я (таблиця).

Щодо Дніпра, водні ресурси якого становлять близько 80% водних ресурсів України і забезпечують водою 32 млн населення та 2/3 господарського потенціалу країни, то ця проблема назріла вже давно, оскільки ще з 90-х років ХХ ст. великі ріки були забруднені азотвмісними речовинами. Це зумовлено складною екологічною ситуацією на території басейну — 60% її площ є орними землями, 35% з яких характеризуються як сильноеродовані, а на 80% території первинний природний ландшафт зазнав трансформації. Так, станом на 1985–1992 рр. середньорічні забруднення р. Дніпро нітратним азотом змінювалися у межах 1–14 ГДК, амонійним азотом — 1–22 і нітратним азотом — у межах ГДК. Упродовж останніх років у водах Дніпра відмічається поступове збільшення середньорічних показників кількості ХСК, азотної групи забруднювачів та фосфатів, що може бути зумовлено неефективною роботою очисних споруд міст і промислових підприємств та збільшенням скидів неочищених або недостатньо очищених стічних вод. Пониззя Дніпра зазнає інтенсивного антропогенного впливу не тільки внаслідок принесення мігруючих забруднювальних речовин своєю течією, а й тих, що приносять річки Інгулець, Вільшівка, а також інфраструк-

тура м. Херсона (Гончаренко, 2000; Національна доповідь, 2012; Дем'янець, 2013; Василенко, 2013).

Будівництво шести великих водосховищ (Київське, Канівське, Кременчуцьке, Дніпродзержинське, Дніпровське, Каховське) кардинально змінили не лише річку, але й майже всю річкову долину Дніпра, її ландшафт та біорізноманіття на довжині понад 1000 км від гирла вздовж течії. За результатами інженерно-геологічного моніторингу близько 100 тис. га площ берегів водосховищ нині підтоплюються, інтенсивно руйнуються понад 1400 км прибережних зон, які потребують укріплення. Крім того, внаслідок будівництва каскаду водосховищ було вилучено із сільськогосподарської сфери понад 500 тис. га родючих земель, а самі водойми стали акумулятором забруднювальних речовин. Наприклад, у межах Каховського водосховища Херсонської обл. зафіксовано перевищення ГДК азоту амонійного — у 7–20 разів (при ГДК 2 мг/дм³), нітратів — у 2 рази (ГДК 45 мг/дм³). У всіх без винятку водосховищах спостерігається значне зростання мінералізації води. Так, у Київському водосховищі середня мінералізація води зросла з 240 мг/дм³ на момент його заповнення до 320 мг/дм³ у 2007–2012 рр. За аналогічний період зміни мінералізації води у Кременчуцькому та Каховському водосховищах становили 252–347 та 275–361 мг/дм³ відповідно. Окрім того, було зафіксовано зниження вмісту кисню у воді до межі нормативно допустимого рівня (7,3–4,6 мг-О₂/дм³). На якісний стан Київського і верхню частину Канівського водосховищ істотно впливають води, що надходять із територій водозбору верхнього Дніпра і його приток, таких як Прип'ять, Уж, Тетерів, куди надходить основна частина забруднювальних речовин із заболочених територій Білоруського Полісся. Результатом цих процесів є утворення значних гідроморфологічних трансформацій ложа водосховищ, їх обміління, що ускладнює пошук оптимальних управлінських рішень щодо режиму водопостачання. Разом з тим спостерігаються збільшення рівня кисню у Кременчуцькому та Дніпродзер-

Стан поверхневих вод в основних водних басейнах України*

№ пор.	Назва водного басейну	Рівень забрудненості вод за нормативами		
		рибогосподарськими		господарсько-побутовими
		високий, за вмістом	екстремально-високий, за вмістом	високий, за вмістом
1.	Західний Буг	амонійного і нітритного азоту, заліза загального, хрому загального		плюмбуму
2.	Дунай	амонійного і нітритного азоту, заліза загального, цинку, хрому загального	заліза загального	БСК ₅
3.	Дністер	амонійного і нітритного азоту, заліза загального, цинку, хрому загального, СПАР, нікелю		БСК ₅ і ХСК
4.	Дніпро	амонійного та нітритного азоту, заліза загального, цинку, хрому загального, нікелю, фенолів, нафтопродуктів	заліза загального, фенолів, амонійного азоту	БСК ₅ і ХСК, амонійного та нітритного азоту, заліза загального
5.	Південний Буг	амонійного та нітритного азоту		
6.	Сіверський Донець	амонійного, нітритного і нітратного азоту, заліза загального, фенолів		ХСК
7.	Приазовські річки	амонійного і нітритного азоту, хрому загального, нафтопродуктів	амонійного азоту, фенолів	
8.	Причорноморські річки	нітритного азоту, заліза загального		БСК ₅ і ХСК
9.	Чорне море	амонійного та нітритного азоту	заліза загального	
10.	Азовське море	нітритного азоту, заліза загального		

Примітка: * (за Звітом Національного авіаційного університету про науково-дослідну роботу, 2012).

жинському водосховищах. Якісний стан води Дністровського водосховища характеризується збільшенням вмісту нітритів, що, ймовірно, зумовлено активністю фітопланктону під час цвітіння води наприкінці літа (Гончаренко, 2000; Національна доповідь, 2012; Осадча, 2012; Василенко, 2013; Дем'янець, 2013, 2014).

Окрім основних іонів, для хімічного складу води річок України характерна на-

явність біогенних речовин, насамперед сполук азоту, фосфору, заліза, кремнію та інших елементів, концентрація яких у воді є незначною. Наявність біогенних елементів є обмежувальним чинником для розвитку рослинного планктону, життєдіяльність якого, передусім, обумовлює перебіг біологічних та біохімічних процесів у воді, що своєю чергою визначає рівень біопродуктивності водних об'єктів і якість їх води.

Вода р. Прип'ять характеризується високим умістом заліза, але зменшенню його рівня сприяють її правобережні притоки, водність яких, в основному, формується на території України. У Сеймі, лівій притоці Десни, після аварії, що трапилась 2011 р. на очисних спорудах м. Курська (РФ), у створі на кордоні з Сумською обл. також почали фіксувати перевищення норм ГДК за показниками заліза загального у 1,3–1,9 раза. Науковими співробітниками Українського гідрометеоцентру було встановлено, що для басейну Західного Бугу характерним є підвищений рівень забрудненості сполуками азоту, оскільки останніми роками у його притоках спостерігалось деяке збільшення сполук азоту амонійного – до 2 ГДК та нітритів – до 6 ГДК. Також було зафіксовано перевищення іонів фосфатів, заліза загального, мангану та міді у воді р. Полтва (Львівська обл.), що становлять домінуючу частку у формуванні забрудненості Західного Бугу. За даними Житомирського обласного управління вода у р. Уж в основному відповідає санітарним вимогам щодо питного водопостачання. Проте, особливо влітку, за вмістом органічних сполук, біохімічного та хімічного споживання кисню, заліза загального і за рівнем забрудненості поверхневих вод ця річка відноситься до другого класу, коефіцієнт забрудненості якої становить 2,2 (Антонюк, 2011; Національна доповідь, 2012; Козловський, 2013).

У басейнах річок Сіверський Донець, Південний Буг та Інгулець нині склалася напружена екологічна ситуація, оскільки їх басейни характеризуються високим ступенем забрудненості і низькою якістю води. Басейн Сіверського Дінця є одним з найскладніших щодо структуроутворення серед річкових басейнів України. Формування хімічного складу та якості його води відбувається у неоднорідних природних умовах та під впливом істотного техногенного навантаження. Поверхневі води басейну характеризуються недостатнім умістом кисню. Найнижчі середні багаторічні концентрації O_2 ($7,8 \text{ мг/дм}^3$) упродовж досліджуваного періоду зафіксова-

но в 1995 р. унаслідок аварії на очисних спорудах м. Харкова, що вплинуло на загальний екологічний стан басейну. Згідно з даними моніторингу басейнового управління, р. Сіверський Донець відзначається доволі високою природною твердістю води ($6,1\text{--}15 \text{ ммоль-екв/дм}^3$), що в основному зумовлено природними чинниками. На території Луганської обл. якість води в річках має невисокий рівень. Насамперед, це стосується правих приток Сіверського Дінця (зокрема р. Лугань), а також річок, що течуть у напрямку Азовського моря (р. Міус). Якість води лівих приток, зокрема річок Айдар, Євсуг, Деркул, помітно вища. Відповідно і якість води у Сіверському Дінці змінюється на ділянках залежно від впадіння приток: нижче місць впадіння лівих приток вона підвищується, а правих – погіршується. Для досягнення нормативної якості води, запобігання проблемам епідеміологічної та екологічної природи у Харківській, Донецькій та Луганській областях і підвищення водності р. Сіверський Донець Держводагентство України здійснює водообмін у Краснопавлівському водосховищі шляхом подачі дніпровської води каналом «Дніпро – Донбас» в обсязі близько 120 млн m^3 .

Однією з найбільших екологічних проблем майже для всіх річок басейну Південного Бугу є збільшення у воді кількості біогенних елементів. Рослини мають «з'їсти» ці поживні речовини, оскільки саме так відбувається їх кругообіг у природі. Висока мінералізація природних вод басейну р. Південний Буг є наслідком живлення річки підземними водами.

Результати гідрохімічних досліджень поверхневих вод басейну р. Інгулець свідчать про незадовільний екологічний стан значної частини гідроекосистеми (середня концентрація кисню становить $9,4 \text{ мг/дм}^3$), що зумовлено значним антропогенним навантаженням унаслідок скидання забруднених стічних вод підприємств гірничодобувної промисловості Криворізького залізорудного басейну та низькою природних чинників. Для стабілізації стану водного господарства у басейні р. Інгулець після

завершення скиду високомінералізованих стічних вод з підприємств Кривого Рогу щорічно здійснюється промивка русла річки скидами води Карачунівського водосховища, з одночасною подачею до водосховища дніпровської води каналом «Дніпро — Інгулець» (Ворона, 2009; Кравчинський, 2009; Ухань, 2010; Національна доповідь, 2012; Букреєв, 2013].

Слід наголосити, що незадовільна екологічна ситуація склалася у басейні р. Рось внаслідок надмірної розорюваності території. Значна частина орних земель розміщується на схилах, де відбуваються прискорені процеси руйнування ґрунту. Запаси гумусу на полях зменшуються з кожним роком, тому для підвищення його родючості необхідно вносити мінеральні добрива, які потім змиваються у річку. Для забезпечення належної якості води на водозаборах питного водопостачання з р. Рось та покращення санітарно-епідемічної ситуації в басейні здійснюється весняна промивка руслових водосховищ.

Відсутність зарегульованості середньої та нижньої частин течії, значна водність та кількість заводей, високі рекреаційні показники є характерною особливістю р. Десна, що має виняткове значення для питного водозабезпечення м. Києва з огляду на забруднення Київського водосховища радіонуклідами та домішками з осушених боліт басейну р. Прип'ять. Тому було запропоновано ввести для басейну річки режим заповідності.

Малі річки країни характеризуються вищим рівнем забрудненості порівняно з великими. Так, унаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС у критичному стані перебувають малі річки басейну Дніпра, значна частина яких втратила природну здатність до самоочищення. Забруднення вод більшості малих річок біогенними елементами, особливо сполуками фосфору й азоту, спричиняють евтрофікацію і посилений розвиток вищої гідрофільної рослинності. Деякі малі річки мають свою специфіку забруднення залежно від його походження. Наприклад, на певних ділянках та поблизу великих міст відбувається

забруднення річок нафтопродуктами (Рось, Тетерів), фенолами (Псел, Ворскла, Вовча, Мокра Московка), солями міді (Стир, Слuch, Тетерів, Рось, Псел, Ворскла). У басейнах Росі, Тясмину, Сули, Трубежа, Псла, Ворскли показник твердості не перевищує 7,3 ммоль-екв/дм³.

Катастрофічно погіршується екологічна ситуація водних систем малих річок у маловодні роки, коли майже 99% їх перетворюється в колектори стічних вод. Упродовж кількох років якість стічних вод не завжди відповідала затвердженим нормативам граничнодопустимого скиду забруднювальних речовин. Так, найбільш забрудненими можна вважати р. Стугна, в яку скидає зворотні води колективне підприємство «Васильківська шкірфірма» (м. Васильків), р. Кізка, в яку потрапляють зворотні води закритого акціонерного товариства «Комплекс Агромарс» (м. Вишгород), де продовжується реконструкція та будівництво очисних споруд. Тривалий час стічні води без будь-якого очищення скидалися в р. Болотна (нині р. Тетерів), оскільки у смт Іванків упродовж багатьох років не працюють каналізаційні очисні споруди (Вишневський, 2000; Бабій, 2011; Національна доповідь, 2012).

Проведені дослідження Й.В. Грибом (2002) засвідчили, що перенапруження екологічної ситуації річкових басейнів створюється внаслідок екологічно незабезпеченої індустріалізації, урбанізації, розорювання за незначного впливу природних чинників: залуження та заліснення річкових басейнів, дефіциту свіжої води, недостатнього заповідання збережених територій природоохоронного та резервного фондів, невідповідній ефективності компенсаційних заходів. Нині частково зберегли рекреаційну цінність та природний екологічний стан тільки басейни річок Закарпатської, Чернівецької та Львівської областей. Потребує покращання стан екологічної зрівноваженості басейнів річок, що традиційно використовуються для рекреації, особливо в Одеській обл., де річкові басейни перевантажені у 2,2 раза (висока густина населення, розбурюваність терито-

рії, слабкі природна буферність та залісення). У Миколаївській обл. спостерігається низька екологічна забезпеченість індустріалізації. Кризове становище склалося у басейнах річок, розташованих на територіях з розвинутою гірничодобувною та металобробною промисловістю (Луганська, Дніпропетровська, Донецька та Запорізька області). У степовій зоні спостерігається повне порушення збалансованості між порушеними та порушеними територіями, антропогенним навантаженням на річкові басейни та вжитими компенсаційними природоохоронними заходами. Це підтверджується відсутністю річкового стоку в період межени, під час стагнації, обміління русел та заростання водного дзеркала вищою водною рослинністю.

Отже, починаючи з середини ХХ століття, річки України під впливом широкомасштабних меліорацій, хімізації сільського господарства, розорювання заплав, осушення земель, розвитку промисловості та розбудови міст зазнали значних змін. А забезпечення водою населення в повному обсязі ускладнюється через незадовільну якість води, що у багатьох басейнах річок трансформувалася до нижчого рівня якості (з першого до третього класу). Найгостріший екологічний стан спостерігається у басейнах Дніпра, Сіверського Дінця, річках Приазов'я, деяких притоках Дністра, Західного Бугу, де якість води класифікується як забруднена і брудна (IV–V клас якості). Для екосистем більшості водних об'єктів України властиві елементи екологічного та метаболічного регресу.

Якість води основних джерел централізованого водопостачання в переважній більшості (близько 70%) є незадовільною. Погіршення якості води основних джерел зумовлено збільшенням антропогенного навантаження на водні об'єкти. Внаслідок цього до річкового стоку і підземних водонесних горизонтів потрапляють понаднормативні обсяги органічних сполук, фенолів, нітратів, нафтопродуктів, патогенних мікроорганізмів. Найбільше перевищення нормативів встановлено у басейнах Дунаю

(близько 84%) та Сіверського Дінця (83), найменше – у басейнах Дністра (близько 12%). За даними Українського гідрометеоцентру водні об'єкти нашої країни переважно характеризуються забрудненням сполуками важких металів, азоту, сульфатами, фенолами й нафтопродуктами. За бактеріальним забрудненням 65% річок – сильно забруднені і не придатні для використання, 13 – брудні, 20 – забруднені і лише 20% мають задовільні показники. Такий екологічний статус академік А.В. Яцик (2000) визначає як катастрофічний.

Найбільша частка відхилень за санітарно-хімічними показниками спостерігається у Дніпропетровській (81,5%), Луганській (70,4), Запорізькій (65,1) та Донецькій (57,3%) областях, що значно перевищує середній показник в Україні (16,0%); за бактеріологічними показниками – у Донецькій (41,0%), Луганській (39,3), Кіровоградській (35,9%) областях.

Для покращення стану поверхневих вод необхідно розробити і впровадити заходи, що забезпечать:

- екологічно безпечне та раціональне використання водних ресурсів, відродження і підтримання природного гідрологічного режиму річок та заходи з боротьби зі шкідливою дією вод, забезпечення екологічно стійкого функціонування водного об'єкта як невід'ємної складової навколишнього природного середовища;
- обмеження шкідливого впливу небезпечних забруднювачів водних об'єктів, припинення скидів забруднених і не повністю очищених стічних вод;
- збільшення потужностей діючих очисних споруд, їх реконструкцію та впровадження досконалих технологій очистки і ефективного обладнання, підвищення надійності і безаварійності їх роботи;
- контроль за зберіганням та використанням добрив, отрутохімікатів, техногенних і побутових відходів з метою запобігання їх виносу у водні об'єкти;
- впровадження удосконаленої системи моніторингу вод басейнів річок, створення автоматизованої системи спостережень за станом водних об'єктів.

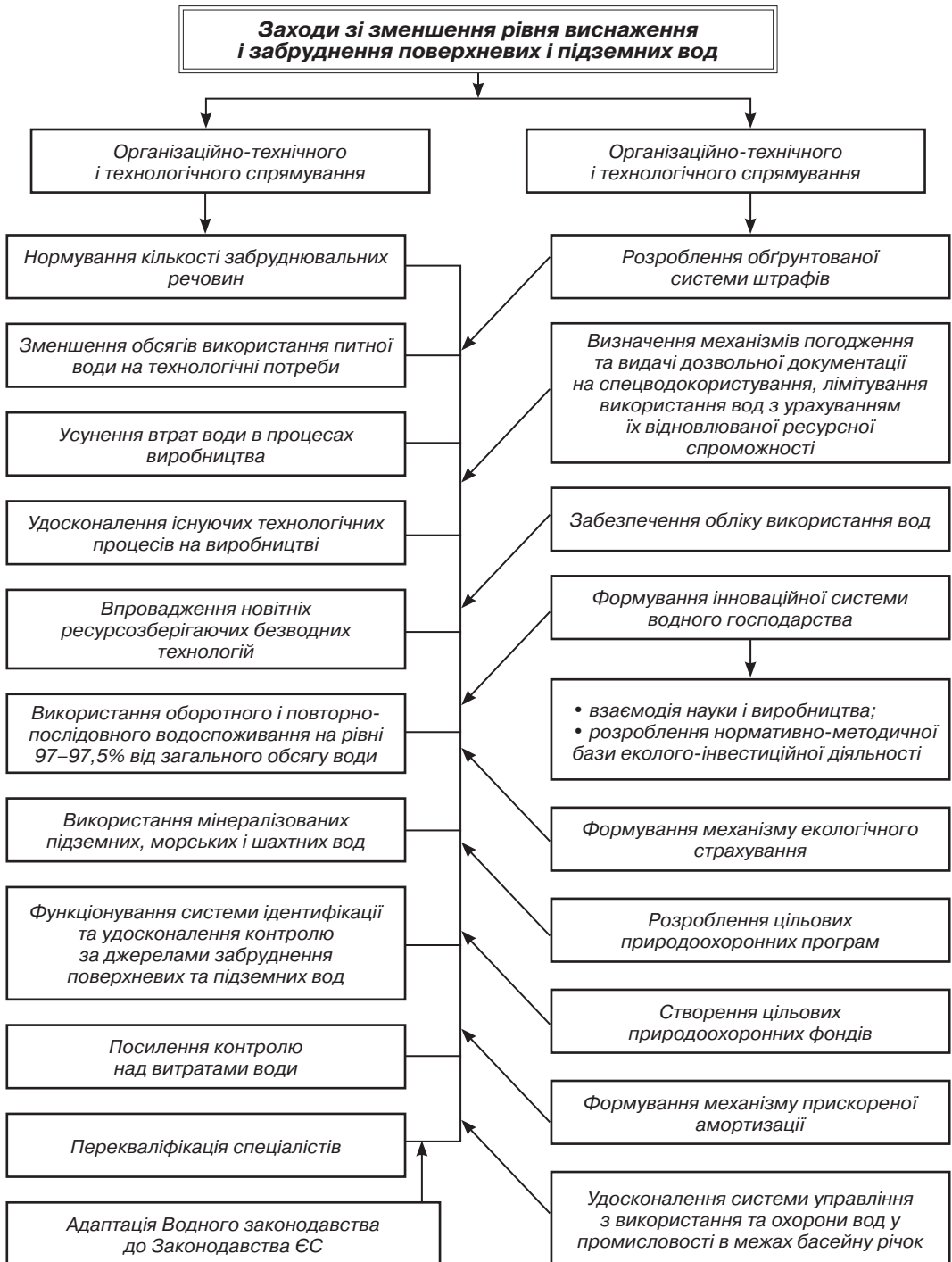
Нині забруднені води річок і водосховищ унаслідок недосконалості їх очищення нагадують техногенні стоки. Тому краще використовувати води підземних басейнів для забезпечення населення якісною прісною водою. Майже 70% сіл і селищ міського типу задовольняє свої потреби у питній воді завдяки колодязям та свердловинам, однак ресурси підземних вод в Україні розподілені нерівномірно. До того ж потреба у них набагато більша у східних та південних регіонах країни, де їх запаси обмежені. Наприклад, у розрізі адміністративних областей найбільші ресурси підземних вод існують у Чернігівській, Херсонській, Київській, Полтавській, Харківській, Львівській, Рівненській, Сумській (3,3–4,2 млн м³/добу) областях, що становить 60,5% усіх ресурсів України. До слабо забезпечених областей відносяться Чернівецька, Кіровоградська, Миколаївська, Івано-Франківська, Житомирська, Одеська (362–758 тис. м³/добу). Але незважаючи на нерівномірність розташування ресурсів підземних вод, вони інтенсивно використовуються, що спричиняє їх виснаження та забруднення на всій території України [Шестоपालов, 2005; Рідей, 2010].

Відомо, що стан підземних вод України кращий, ніж поверхневого стоку, хоча щорічно прослідковується стійка тенденція до погіршення їх якості. Особливо такі зміни спостерігаються в густонаселених районах та в районах інтенсивної господарської діяльності, що впливає на зміни водообміну та гідрогеологічні процеси. Зростають не тільки концентрації нормованих компонентів, а й кількість показників, за якими води можуть стати некондиційними. У різних частинах України відзначається неоднаковий вплив господарської діяльності на гіросферу. Так, у північно-західних областях рівень забрудненості підземних вод переважно відповідає нормі ГДК, а їх склад – ГОСТу 2874-82. Підземні води з помірним ступенем забрудненості, що характеризується незначним перевищенням ГДК забруднювальних компонентів, мають острівне розповсюдження на всій території України, з переважанням на півночі та сході.

На сьогодні в країні постала проблема глобального забруднення ґрунтових вод неорганічними сполуками азоту, серед яких, в основному, переважають нітрати. Ці речовини потрапляють у ґрунт з мінеральними добривами, рідкими стоками з тваринницьких комплексів, з природними опадами, а також з органічними відходами. Особливо яскравий вплив чинників на накопичення нітратів виявляється у районах населених пунктів і промислових підприємств, де ґрунтові води мають слабкий стік і залягають близько до поверхні. Найбільше відхилення від ГДК за вмістом нітратів спостерігається у Вінницькій, Донецькій та Одеській областях. У Житомирській, Київській та Полтавській областях зафіксовано незначне відхилення від норми (втричі) вмісту нітратів у воді, що становить 154,3; 133,8 та 148,8 мг/дм³ відповідно. Підвищений природний сольовий склад мають підземні води на території Кіровоградської області. Так, уміст сульфатів у деяких свердловинах у 10–14 разів перевищує граничнодопустимий рівень (Гайдук, 2010; Рідей, 2010; Бордюг, 2011).

У прикарпатській зоні рівень забрудненості підземних вод хімічними елементами дещо менший, однак спостерігається висока бактеріальна забрудненість. Це зумовлено тим, що ґрунти зони аерації мають важкий механічний склад, низькі фільтраційні властивості та значну капілярну ємність, внаслідок чого відбувається слабкий розвиток вертикальної фільтрації на всій площі, а також незадовільним санітарно-гігієнічним станом сільських дворів, особливо близьким розташуванням від колодязів гноєсховищ і складів побутово-господарських відходів.

Екологічну ситуацію в місцях нафтохімічного забруднення необхідно розглядати як кризову з тяжкими наслідками в майбутньому. Найбільш забруднені нафтопродуктами підземні води є джерелом водопостачання таких міст, як Херсон, Луганськ, Луцьк, Кременчук, Дрогобич, Узин та інших, а також багатьох сільських населених пунктів (Огняних, 2003; Козловський, 2013).



Основні напрями удосконалення механізму використання та охорони вод промисловістю країни (Кирпач, 2005)

Негативним наслідком взаємозалежності поверхневих і підземних вод є те, що забруднені річкові води погіршують якість прісних підземних водних джерел. Проблема областей України полягає в тому, що глибина більшості колодязів становить 1,5–6 м. Тобто вони живляться водами поверхневих горизонтів, які мають значно гіршу бактеріальну характеристику порівняно з підземними. Іншим чинником бактеріального забруднення води є помилки в архітектурному плануванні садиб та господарських об'єктів (туалетів, гноївки тощо), що розташовані у безпосередній близькості до джерел питного водопостачання. Якщо індивідуальні колодязі здебільшого доглянуті, то колодязі громадського користування залишаються поза увагою як окремих водокористувачів, так і відповідних державних структур.

Важливим завданням є впровадження сучасної ефективної системи охорони підземних вод від негативних техногенних впливів і реабілітації ділянок їх найбільшого забруднення, а також забезпечення якісною водою міст в умовах надзвичайної ситуації. Це особливо актуально для міст, що мають змішане (поверхнєве і підземне) або тільки поверхнєве водопостачання. До першої групи належать Київ, Харків, Черкаси, Кременчук, Дніпродзержинськ, де у разі надзвичайної ситуації потрібно збільшити відбір підземних вод до повного вилучення поверхневих джерел водопостачання на обмежений час. До іншої групи – Дніпропетровськ, Запоріжжя, Кривий Ріг, де бажано створити бюветну систему водопостачання. Оскільки більшість ґрунтових вод у селищах країни не відповідає вимогам санітарних норм через їх близьке розташування від сільськогосподарських угідь, ферм, птахофабрик або через недотримання власниками санітарно-гігієнічних норм ведення приватного господарства, слід проводити спеціальні дослідження з організації водопостачання населенню незабруднених підземних вод. Також водопостачання сільських мешканців має здійснюватися шляхом створення централізованої системи, що базується на

свердловинах для індивідуального використання.

Зрозуміло, що успішне вирішення питань водопостачання і покращення якості води в країні потребує активної участі місцевих громад за умови спільного використання адміністративних та економічних методів управління з чітким розмежуванням сфер їх діяльності. Підвищення ефективності роботи механізму водокористування також потребує удосконалення його економічного механізму, нормативно-правової бази та системи управління щодо використання та охорони вод (див. рисунок).

Отже, надійно захищені від забруднення підземні води є стратегічним ресурсом, оскільки за можливих надзвичайних ситуацій вони стають єдиним надійним джерелом питного водопостачання населення, що забезпечує одну з основних умов життя людини.

ВИСНОВОК

Основними чинниками зниження рівня водозабезпеченості населення різних областей України є нерівномірний розподіл водних ресурсів на території країни та зростаюче забруднення водних об'єктів. Поряд із тим за минуле століття загальне водоспоживання збільшилось, що зумовлено інтенсивним розвитком та зростанням водоемності виробництва. Як правило, всі галузі промисловості використовують у своїх технологіях прісну воду, у т.ч. сільське господарство та побутова сфера. Якість води має відповідати стандартам за багатьма показниками.

Тому охорона і відновлення водних об'єктів до стану, що забезпечує екологічно збалансований розвиток довкілля і сприятливі умови проживання людини, потребує рішення питань щодо зниження антропогенного навантаження на водні об'єкти, охорони від забруднення, санації водних об'єктів. Це є найважливішою умовою забезпечення санітарно-епідеміологічної безпеки населення України, комфортних умов життя майбутніх поколінь, збереження здоров'я нації, а також охорони водних біологічних ресурсів.

ПРОБЛЕМИ ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ У КРАЇНАХ СВІТУ ТА ШЛЯХИ ЇХ РОЗВ'ЯЗАННЯ

Н.В. Палапа, О.І. Дребот

Інститут агроекології і природокористування НААН

Розглянуто проблеми розвитку сільських територій України в контексті екологічної ситуації, що склалася в країнах світу у межах сільських територій: депопуляція сільських населених пунктів, міграція сільського населення, низький рівень освіти та культури, незадовільна інфраструктура та нестача робочих місць для сільського населення, що призводить до підвищення рівня безробіття. Проаналізовано соціально-демографічну та економічну складові урядової стратегії розвитку сільських територій. Наведено соціально-економічний стан сільських територій зарубіжних країн та дієві й актуальні шляхи покращення ситуації, що склалася, з метою досягнення їх збалансованого розвитку.

Ключові слова: сільські території, збалансований розвиток, міграція населення, демографічна деградація, депопуляція сільських населених пунктів, соціально-економічний розвиток.

Нині розвиток сільських територій у європейських країнах характеризується деякими негативними тенденціями. Серед основних проблем є постійне зменшення кількості населення (особливо у малонаселених сільських поселеннях); міграційні процеси, зокрема молодих людей з села у місто; послаблення аграрної галузі виробництва; забруднення навколишнього природного середовища та зменшення біорізноманіття; нерациональне землекористування тощо. Європейський Союз ще у минулому столітті приділив належну увагу цим проблемам — низка урядових постанов та проєктів набрала чинності, в яких поєднання розвитку аграрного виробництва та соціально-культурної складової були основними пріоритетами для забезпечення збалансованого розвитку сільських територій. Стандартом для Європейського Союзу є комплексний і збалансований їх розвиток. Це і є орієнтиром для державної регіональної політики України. Тому одне з найважливіших завдань уряду, органів влади всіх рівнів — земельна, медична, освітня реформи та реформа соціального забезпечення, що мають працювати на підвищення якості життя селян, забезпечувати створення нових робочих місць у сільській

місцевості, залучати молодих спеціалістів до розбудови села, підтримувати розвиток сільгоспідприємств, фермерства, у т.ч. сімейного.

Отже, однією з основних проблем збалансованого розвитку сільських територій як в Україні, так і в європейських країнах є процес депопуляції сільського населення внаслідок незадоволення умов їх життєдіяльності та працевлаштування. Низка країн ЄС розв'язує цю проблему у спосіб покращення інфраструктури та освіти, культури, створення нових можливостей для проведення дозвілля, заохочення до занять фізкультурою і спортом, а також сприяє розвитку аграрного бізнесу, зокрема малого, завдяки державній і місцевій підтримці та інвестуванню з метою покращення рівня та якості життя в сільських місцевостях і разом з тим — зменшення соціально-економічного розриву між селом та містом.

Слід зауважити, що демографічна ситуація сільських територій європейських країн у рамках їх збалансованого розвитку є доволі різноманітною.

За результатами деяких досліджень до 2030 р. прогнозується збільшення частки міського населення Європи майже до 80%, відповідно — зменшення сільського

населення до 20% (<http://www.oneworldconvention.net/wp-content/uploads/2011/06/Handout-Development-of-rural-areas.pdf>).

Проте не всі європейські сільські поселення характеризуються негативними тенденціями їх розвитку. В основному це стосується населених пунктів східної та південної Європи, що досі переживають економічну, соціальну та політичну кризу після розпаду Радянського Союзу. Такі сільські території характеризуються високим рівнем бідності та нестачею робочих місць через низький рівень виробництва та ведення бізнесу. Крім того, населення молодшого віку у пошуках належної освіти та роботи мігрує у міста чи мегаполіси. Рівень системи охорони здоров'я сільського населення також потребує удосконалення, оскільки доволі високими є показники його смертності, а також поширення алкоголізму. Насамкінець, сільські території позбавлені сучасної інфраструктури — дороги не мають твердого покриття, відсутнє транспортне сполучення і комунікаційні зв'язки з іншими населеними пунктами. Більш привабливим село може стати завдяки молодим аграріям, які після здобуття відповідної освіти повернуться додому і за допомогою новітніх методів та технологій зможуть продуктивно відновити економічно-соціальну ситуацію сільських територій.

З огляду на це, у 1989 р. невеликі сільські громади європейських країн об'єдналися для розв'язання спільних проблем розвитку таких територій. Тоді відбулась офіційна реєстрація їхньої діяльності, що отримала назву Європейської Хартії сільських громад. Від кожної країни ЄС у Хартію входить одна сільська громада, яка репрезентує ситуацію свого населеного пункту, а відтак і всієї країни. Слід зауважити, що кожного року проводиться загальна зустріч усіх учасників Хартії від 27 європейських країн, а також впродовж року відбуваються спільні засідання її членів.

Упродовж останніх років основною темою цих зустрічей та обговорень є демографічний розвиток сільських територій. Так, у 2012 р. були проведені конферен-

ції у Нідерландах (щодо необхідності забезпечення сільських територій громадським транспортом, а також підвищення розвитку культури); Угорщині та Естонії (основна увага зосереджувалась на проблемі зменшення чисельності населення, його старінні, а також на покращенні умов життєдіяльності у сільських місцевостях); Латвії (досліджувалися питання впливу демографічного розвитку на рівень культури сільських територій); Румунії (головна зустріч Європейської Хартії сільських громад); Португалії (дискусія щодо впливу демографічного розвитку на економіку сільських територій); Люксембурзі (обговорювалися питання покращення побутового обслуговування та життєвих умов сільського населення); Іспанії (головна зустріч Європейської Хартії сільських громад); Ірландії (розглянуто основні чинники стану економіки у процесі демографічного розвитку); Мальті та Великобританії (основна увага зосереджувалась на проблемі зменшення чисельності населення, старінні населення, а також покращенні умов його життєдіяльності).

На мальтійському острові Надур у вересні 2011 р. відбулася нарада Європейської Хартії сільських громад. Конференція була проведена з метою аналізу демографічного розвитку сільських територій мальтійських островів та виявлення причин зменшення та старіння населення сільських територій. Політичний діяч країни Антон Табоне наголосив, що таку несприятливу демографічну ситуацію насамперед зумовлено неефективною периферійною політикою, політичним регіоналізмом та «географічною замкненістю» через острівне розташування країни. Для покращення ситуації було запропоновано першочергово розв'язати проблему комунікацій та транспортного забезпечення, а також необхідність функціонування місцевого уряду для вирішення конкретних регіональних питань та створення економічних і соціальних умов розвитку сільських територій. Було з'ясовано, що внутрішня міграція є особливо популярною серед молоді, тому основним завданням державної політики має стати

покращення освітніх закладів сільських територій, а також розбудова спортивних споруд для населення. Слід зауважити, що деякі острови (наприклад, Гозо та Надур) є привабливими для сезонного туризму, що дає можливість отримати селянам зайнятність впродовж певного періоду, тобто частково забезпечити їх робочими місцями (<http://www.europeancharter.eu/archive/2011/2011NadurCharterReport.pdf>).

У рамках зустрічі Європейської Хартії сільських громад (2011) у іспанському містечку Б'єнвеніда було розглянуто три основні проблеми розвитку сільських територій, а саме: старіння населення, якість проживання населення та міграційні процеси. Так, було розроблено основні напрями вдосконалення демографічної ситуації сільських територій Європи: поліпшення якості роботи громадського транспорту; підвищення віку працездатності людей, з можливістю, за досягнення пенсійного віку, самостійно обирати — залишатися працювати й надалі чи йти на пенсію; феномен «старіння населення» не повинен розцінюватися як проблема, а навпаки — заохочення людей старшого віку добровільно брати участь у різноманітних культурних, спортивних та інших видах діяльності з метою обміну досвідом з молодими членами суспільства; соціальна та фінансова допомога молодим сім'ям з обов'язковим контролем держави з метою запобігання негативним тенденціям зловживання коштами програми «допомога при народженні дитини».

Європейська Хартія сільських громад проаналізувала негативні та позитивні аспекти проживання у сільських територіях. Так, серед позитивних: проживання у селі є безпечнішим та спокійнішим, ніж у місті; економічність; можливість кращої якості життя (особливо для дітей та старших людей); належне соціальне забезпечення в багатьох аспектах; безпечне навколишнє природне середовище; серед негативних, насамперед: менша пропозиція робочих місць і можливість проведення дозвілля та культурного розвитку (театри, музеї, торгові центри тощо); нижча заробітна платня

та незадовільні освітні послуги і технічне забезпечення.

Демографічна політика в європейських країнах зосереджується на розв'язанні таких проблем, як забезпечення доступних цін на житло для молодих людей; створення нових робочих місць у сільських територіях; підвищення якості послуг та освітніх можливостей для селян (<http://www.europeancharter.eu/archive/2011/2011FinalReportBienvenida.pdf>).

Учасники конференції Європейської Хартії сільських громад у 2012 р. (м. Кандава, Латвія) обговорювали два взаємопов'язані питання: 1) вплив демографічного розвитку на рівень культури сільських територій ЄС (для команди дорослих учасників) та 2) що необхідно зробити для забезпечення сільської території громадським транспортом, підвищення рівня культури обслуговування та інших послуг (для команди молодих учасників).

Представники Латвії наголошували, що демографічна ситуація у сільських територіях продовжує погіршуватися. Основними чинниками цієї негативної тенденції є міграція населення та негативний природний приріст. Не менш важливою є проблема гендерного розриву, адже частка жіночого населення значно перевищує чоловіче.

Демографічна деградація тісно пов'язана із розвитком культурної сфери на селі, рівень якої останніми роками значно знизився. Група дорослих учасників запропонувала збільшити кількість робочих місць для селян завдяки покращенню освітніх послуг, а щодо реалізації культурних потреб, задовольняти їх переглядом відповідних програм телебачення та інтернету. Група молодих учасників запропонувала створити вищий навчальний заклад, що допоможе не тільки отримати якісну освіту, але й зменшити внутрішню міграцію населення у пошуках якіснішого життя. А також створити робочі місця для селян та надати державну допомогу молодим сім'ям для придбання житла за доступними цінами (http://www.europeancharter.eu/archive/2012/2012_Report_Kandava_3.pdf).

Політика Латвії, як і Європейського Союзу загалом, спрямовується на послаблення соціально-економічних розривів між містом і селом та співпрацю місцевих органів самоврядування, насамперед за допомогою диверсифікації економіки та розвитку сільського екотуризму.

30 серпня – 2 вересня 2012 р. у рамках конференції «Демографічний розвиток у сільській місцевості» (м. Полва, Естонія) було обговорено питання щодо необхідності здійснення цілої низки реформ, найперше – у системі освіти. Також щодо скорочення оподаткування на регіональному рівні, щоб розвиток сільських територій переважно підтримувався державним бюджетом (<http://www.europeancharter.eu/archive/2012/2012reportpolva.pdf>). На засіданні було підсумовано, що демографічний розвиток більшості європейських країн характеризується негативними тенденціями, на відміну від балтійських країн. Нагальною є проблема міграції, особливо молодих людей, із сільської місцевості у великі міста та інші країни для пошуку конкурентоспроможної роботи. Тому першочерговим завданням є створення комфортних та привабливих умов для їх життя та праці у сільській місцевості. Не менш важливою для більшості країн є проблема безробіття населення, зокрема молодих людей у сільських населених пунктах.

Подібна ситуація спостерігається у Болгарії (Rural development policy in Bulgaria under SAPARD, 2000), де рівень та якість життя у місті та селі істотно відрізняються. Наприклад, освітній рівень та продуктивність праці селян є вдвічі нижчими, ніж у мешканців міста. Також є характерною депопуляційна тенденція, що призводить до міграції селян та підвищення рівня безробіття.

Слід наголосити, що демографічний стан сільських територій США має також негативні тенденції до скорочення. Так, дослідження Корнельського університету разом із Департаментом розвитку соціології США у журналі «Rural New York Minute» констатують, що останнім часом демографічний стан сільських територій та

малих міст Америки зазнав значних змін. Це зумовлено відтоком молодих освічених людей у великі міста з метою працевлаштування та підвищення освітнього рівня, збільшення частки людей пенсійного віку, старінням сільської громади. Внаслідок етнічної міграції до цих територій склад населення зазнає постійних змін, стає більш різномірним, із значно вищою часткою жіночого населення.

У праці М. Джонсон «Зміни у сільській демографії у новому столітті: уповільнення економічного зростання, зростання етнічних відмінностей між населенням» йдеться, що депопуляційні процеси є характерними для сільських територій Америки, адже впродовж 2000–2010 рр. чисельність сільського населення збільшилась лише на 2,2 млн осіб. Також спостерігається тенденція до зменшення сільського населення в сільськогосподарських та гірничодобувних регіонах, що спричиняє зменшення цих виробництв.

Наприкінці XIX – початку XX століть на о. Ямайка (Вест-Індія) спостерігалась тенденція до міграції сільського населення із сіл до індустріальних районів малих та середніх міст. Селян приваблював їх вищий соціально-економічний рівень, а також можливість отримати якісну освіту. Саме тому народжуваність у сільських місцевостях була значно нижчою порівняно з містом, де природний приріст завдяки міграційним потокам стрімко зріс. На сьогодні співвідношення міського і сільського населення острова становить 52 і 48% від загальної кількості відповідно.

Федеральне Міністерство транспорту, будівництва і міського розвитку Німеччини з огляду на демографічні зміни в країні наголошує, що на сьогодні вкрай актуальним є зміцнення сільської інфраструктури. Саме тому державна влада повинна допомагати і співпрацювати з місцевою владою для покращення економічної та соціально-культурної складових розвитку цих територій. Щоб села та маленькі містечка стали привабливішими для життєдіяльності, ведення бізнесу та відвідувачів і туристів, було створено спеціальну

програму «Ініціатива зміцнення сільської інфраструктури».

Білоруські науковці Є. Антипова та Л. Факеева (2012) у спільній праці «Демографічні процеси в сільських районах Білорусі: географічна структура та просторова динаміка» досліджували динаміку популяції сільського населення впродовж 1970–2009 рр. У ході дослідження було виокремлено три типи регіонів, у яких демографічні процеси характеризувалися такими тенденціями: стабільністю, зростанням та скороченням населення. Було виявлено, що рівень розвитку аграрної галузі у регіоні корелює із рівнем демографічної тенденції.

Отже, впродовж 1970–2009 рр. у сільських територіях Білорусі спостерігався процес депопуляції населення. Насамперед, це стосується регіонів з низьким розвитком аграрної галузі та периферійних районів, а також районів з низьким рекреаційним потенціалом. Цьому періоду також властиві міграційні процеси з села у приміські зони чи міста. Негативний вплив на розвиток сільського господарства, а відтак і життєдіяльність людей, мали наслідки Чорнобильської катастрофи, що посилює відтік людей у більш безпечні райони.

Оскільки основним видом діяльності на сільських територіях Білорусі є виробництво сільськогосподарської продукції, демографічна криза спричиняє не лише скорочення сільського населення, але й зменшення чисельності працівників аграрного сектора. За деякими прогнозами (Kalitenja, Tcherniavski, 2005) до 2020 р. сільське населення країни може скоротитись на 30%. Слід зауважити, що економічна ситуація сільських територій є складною, адже середня заробітна плата у селах на 63% нижча, ніж у м. Мінську, а пенсії на 20%, ніж у містах країни. З огляду на це, було організовано спеціальний Центр Соціальних Інновацій — громадську некомерційну та неприбуткову організацію, діяльність якої спрямовано на розвиток кооперативного руху з метою підвищення рівня демократичної культури. Так, у 2004 р. центр спільно з іншими громадськими та

державними організаціями провели тренінг «Курс розвитку сільських територій» з метою покращення соціально-економічної ситуації та якості життя сільського населення, без нанесення шкоди навколишньому природному середовищу та культурній спадщині.

Уряд Великобританії для досягнення збалансованого розвитку сільських територій вважає за доцільне, насамперед, зміцнити їх економічну ситуацію (<https://www.gov.uk/government/policies/stimulating-economic-growth-in-rural-areas>). Для цього держава виділяє фінансову допомогу на розвиток сільськогосподарського виробництва, а також покращення навколишнього природного середовища та якості сільського життя. З цією метою розроблено спеціальні програми сільського розвитку для Англії, Шотландії, Уельсу та Північної Ірландії.

У праці «Збалансований розвиток сільських територій» (Barbie, Wastl-Walter, 1994) розглянуто проблему охорони навколишнього природного середовища в аспекті економічного зростання сільських територій у Словенії. Адже, з одного боку, саме ці завдання є пріоритетними для Концепції збалансованого розвитку сільських територій, а з іншого, — доволі складними для втілення їх у життя. Не менш важливим завданням є покращення якості життя сільського населення, що, крім економічного, налічує соціально-культурний, фізіологічний та рекреаційний напрями розвитку. Автори праці зауважують, що для захисту навколишнього природного середовища необхідно досягти високого екологічного рівня свідомості та відповідної «природоохоронної поведінки». На прикладі власної країни, автори роблять висновок про необхідність всебічного сприяння та підтримки в реалізації перелічених вище складових на рівні державної та місцевої влади. Так, на початку 90-х років у Словенії було розроблено та прийнято низку програм та проєктів як державного, так і міжнародного рівнів з відповідним фінансуванням, серед яких: розвиток сільських територій з низькими демографічними показниками,

розбудова інфраструктури, розвиток фермерства та допомога фермерським сім'ям, інвестування у малий бізнес виробництва та послуг, закупівля необхідного обладнання тощо.

Сільські території Словенії становлять 90% території країни, де проживає 57,2% населення, тому вони відіграють значну роль у розвитку країни (Реграг, 2001). Основними видами їх діяльності, крім сільського виробництва та лісівництва, є народні промисли та сфера послуг. Загалом, сільські території Словенії залежно від демографічної ситуації поділяються на території з високими, середніми та низькими демографічними показниками. Рівень демографічного стану є індикатором розвитку сільської території, адже чим вищий цей показник, тим вищий їх економічний та соціально-культурний розвиток, а відтак і розвиток сільського виробництва. Так, упродовж 1896–2002 рр. населення приміських сільських територій з найвищим демографічним рівнем збільшилось на 147%, тоді як населення сільських територій із низькими демографічними показниками скоротилось на 27%.

Для досягнення збалансованого розвитку сільських територій насамперед необхідно покращити демографічну ситуацію у депопуляційних регіонах. Тому, особливо для молодих людей, слід створити сприятливі умови для навчання, проживання, а також забезпечити їх робочими місцями. Крім того, важливо приділяти увагу розвитку культури та спорту, адже молодим людям, які звикли у містах до певних видів дозвілля (кінотеатри, театри, торгові центри тощо), складно перебудуватися на нижчий рівень споживання послуг у сільській місцевості. Наступним, не менш важливим завданнями, є зміцнення аграрного виробництва, оскільки у багатьох регіонах аграрна галузь досі є пріоритетною; покращення соціально-економічної ситуації; охорона навколишнього природного середовища.

Поряд із такими потужними організаціями у аграрній галузі, як ФАО (Продовольча і сільськогосподарська організація Об'єднаних Націй), СПР (Світова продо-

вольча рада) та СПП (Світова Продовольча Програма), що безпосередньо працюють над покращенням розвитку сільських територій, не менш важливе значення має діяльність Міжнародного фонду сільськогосподарського розвитку.

У 1974 р. відбулася Всесвітня продовольча конференція, на якій було вирішено створити спеціалізовану фінансову установу для подолання бідності та боротьби з голодом у сільських регіонах. Так, у 1977 р. за сприяння ООН було створено Міжнародний фонд сільськогосподарського розвитку (МФСР). У тих регіонах, де спостерігається найвищий рівень бідності (Азіатсько-Тихоокеанський, Східна та Південна Африка, Латинська Америка і Карибський басейн, Близький Схід та Північна Африка, Західна і Центральна Африка), Міжнародний фонд сільськогосподарського розвитку насамперед намагається подолати продовольчу кризу, а відтак — покращити розвиток сільськогосподарського виробництва та збільшити доходи від цієї галузі.

Змістовними є європейські програми співробітництва села та міста з метою забезпечення їх збалансованого розвитку. Цей підхід є комплексним, оскільки розвиток і потреби села та міста завжди взаємопов'язані та взаємозалежні. Крім того, у такій співпраці та посиленні зв'язків першочергово зацікавлені Європейський парламент та Європейська Рада. Серед основних чинників розроблення таких проєктів є: оптимізація транспортної мережі та забезпечення доступу до пропонованих послуг; стимуляція економічного розвитку та створення робочих місць; раціональне природокористування тощо.

Для реалізації цих проєктів організовуються спеціальні семінари та конференції. Так, 24–25 квітня 2013 р. за сприяння Європейської Комісії у Польщі було організовано семінар, присвячений вирішенню питань збалансованого співробітництва сільських та міських територій (Artmann, Huttenloher, Kawka, Scholze, 2012). Учасники семінару основну увагу приділили розв'язанню нагальних проблем, серед

яких: актуальність регіональних стратегій розвитку; потреби сільських територій; визначення подальших напрямів діяльності та управління спільного партнерства; внутрішня та зовнішня комунікації; економічний розвиток та працевлаштування сільського населення; покращення транспортної мережі, сполучення та зв'язку; боротьба з депопуляцією шляхом збільшення кількості робочих місць та кваліфікованих робітників; розвиток туризму та збереження культурної спадщини; поліпшення системи охорони здоров'я; збереження навколишнього природного середовища, а також відновлювані джерела енергії.

Серед актуальних напрямів збалансованого розвитку сільських територій є впровадження екотуризму. Такий підхід допоможе не тільки зберегти і популяризувати культурну спадщину та традиції країни, але й надасть можливість покращити її економічну ситуацію, у т.ч. якість проживання на сільських територіях, завдяки збільшенню потоку людей. Невід'ємною складовою розвитку сільського туризму, що важливо, є екологічний аспект — збереження навколишнього природного середовища, тому його підтримка на сьогодні є пріоритетним завданням для забезпечення збалансованого розвитку сільських територій у всьому світі (Stagl, Sigrid, 2006). Наприклад, в Індії у сфері екотуризму особлива увага приділяється екологічно безпечному житлу, доквіллю, харчуванню та проведенню дозвілля, тобто бережливе ставлення до природи та її захист є не менш важливим поряд з економічним завданням збалансованого розвитку індійських сільських територій (<http://knowledge.wharton.upenn.edu/india/article.cfm?articleid=4434>). Зауважимо, уряд країни повністю підтримує та сприяє цій ініціативі. Наприклад, 1999 р. в країні була створена перша спілка екотуризму — EcoTourmIndia, що, окрім туристичних послуг та сервісу, в особливий спосіб піклується про збереження навколишнього природного середовища та біорізноманіття.

Аналізуючи розвиток сільських територій на міжнародному рівні, не можна не

згадати про Китай. Незважаючи на складну демографічну ситуацію — високий приріст і чисельність населення та відносно незначну площу сільськогосподарських угідь, на сьогодні Китай посідає перше місце у світі з вирощування рису, а також має високі рейтинги з виробництва пшениці та бавовни. Такі результати є наслідком економічних реформ 1978 та 1994 років (Fan, Shenggen & Cohen, Marc, 1999).

У праці «Сільське господарство та сільський розвиток у Китаї» Л.К. Жанг висвітлює розвиток аграрного сектора країни через призму економічних перетворень і реформ та наголошує, що розвиток економіки і сільського господарства є взаємозалежними процесами. Особлива увага приділяється технологічним інноваціям аграрної галузі з метою полегшення праці фермерів, економії зусиль та часу, а відтак — збільшенню продуктивності виробництва.

У грудні 2012 р. у рамках конференції щодо розвитку сільських територій та сільського господарства Китаю міністр сільського господарства країни Хан Чангфу наголосив, що права фермерів повинні бути повністю захищеними, а передача землі не повинна бути обов'язковою чи обмежуватися. Зауважимо, що уряд Китаю проголосив напрям сприяння розвитку нових видів аграрного бізнесу (наприклад сімейного, кооперативного тощо).

Економічні реформи, проведені ще 1979 р., зумовили стрімкий розвиток галузі рибництва у Китаї. Нині на Китай, поряд із такими країнами, як Японія, Росія, США, Чилі, Перу, припадає половина всього вилову риби у світі. Тому рибна продукція в Китаї має помірні ціни і доступна широкому загалу населення, тоді як до економічних перетворень тільки заможні люди мали змогу її щоденного споживання. Проте експерти передбачають, що на період 2020–2030 рр. унаслідок незначних обсягів водних ресурсів галузь рибництва країни зазнає збитків, і лише членство в СОТ (яким є Китай) дає можливість їх уникнення завдяки імпорту рибної продукції.

Упродовж останнього десятиліття лісова галузь Китаю невпинно зміцнює свої

позиції як на внутрішньому ринку, так і на міжнародній арені. Так, завдяки садінню сіянців та молодих дерев на місці зрубаних галяузів вдається підтримувати раціональне лісокористування, а разом з тим забезпечувати робочі місця для багатомільярдного населення країни. Також значну увагу китайський уряд приділяє проблемі сертифікації лісової сировини (Xubing, Rui, 2004; Yuan, Eastin, 2007; Zhang, 2008).

Через політику максимального економічного зростання наразі Китай зіткнувся із низкою гострих проблем, серед яких: нестача питної води, невелика площа земельних угідь для ведення сільського господарства, екологічні проблеми (деградація орних земель, забруднення атмосфери тощо), негативні наслідки урбанізації (нестача ресурсів, дефіцит електроенергії тощо), проте завдяки добре продуманій, раціональній політиці, акцентуванню уваги на освітньому розвитку населення та сприянні технологізації праці і наукових відкриттів соціально-економічна ситуація у Китаї є стабільною (Qu, 2009).

Не менш дієвим чинником розвитку сільських територій є зміцнення та удосконалення освітньої системи аграрного спрямування. Наприклад, Китай як аграрна країна, з часткою сільського населення 70%, ще у минулому столітті зіткнувся з проблемою відтоку сільського населення у міста, де якість життя та виробнича структура були привабливішими. Тому владою країни було вирішено забезпечити сприятливі соціально-економічні умови у сільській місцевості та підняти рейтинги аграрної освіти, адаптувавши її до сучасних потреб агропромислового комплексу. Так, вищі школи аграрного профілю набули особливого статусу, оскільки була здійснена модернізація навчальних програм, посилилась увага та вимоги до практичної діяльності. Такі навчальні заклади стали осередком наукових досліджень з покращення галузі сільського господарства та розвитку сільських територій. Крім того, аграрні навчальні установи почали співпрацювати із міжнародними навчальними закладами над вирішенням спіль-

них проблем — на сьогодні впроваджено систему міжнародного обміну студентів та наукових кадрів. Слід зауважити, що Міністерство освіти Китаю восени 2012 р. скасувало плату за навчання для студентів середніх професійно-технічних навчальних закладів, які навчаються за спеціальностями аграрного профілю.

У науковій праці «Розвиток сільського господарства та сільських територій Китаю — значення для Африки» (Fan, Nestorova, Olofinbiyi, 2010) наводиться короткий огляд економічного зростання Китаю, але основна увага зосереджується на значущості досвіду становлення і розвитку китайської економіки для африканських країн. Так, насамперед слід покращити аграрну галузь та сприяти розвитку сільських територій шляхом інвестування у сільську інфраструктуру. Наступний крок передбачає створення дієвого та конструктивного політичного курсу, що спочатку буде випробуваний у деяких регіонах, а вже потім застосовуватися на національному рівні. Важливо зменшити частку бідних верств населення завдяки спеціально розробленим соціальним програмам, а також створити робочі місця для них. І насамкінець, потрібно забезпечити населення освітніми закладами, що сприятиме науковим відкриттям та стабілізує соціально-економічну ситуацію.

Незважаючи на те, що аграрний сектор є визначальним у розвитку економіки Африки, досі континент не може подолати такі гострі проблеми, як голод та бідність населення. Особливо це стосується мешканців сільських територій, частка яких становить понад 70%. На жаль, численні урядові стратегії та програми щодо покращення розвитку сільських територій та рівня якості життя селян не дали бажаного результату. З огляду на це, в країні почали створюватися неприбуткові громадські організації, мета яких переважно полягає у покращенні життєвих умов сільського населення, розвитку сільського господарства та прибутковій зайнятості в цій галузі селян, а також відкриватися навчальні заклади у сільській місцевості.

Наприклад, «Рух сільського розвитку Африки» (The African Rural Development Movement) об'єднує молодь, жінок та сільські спільноти Африки для сприяння розвитку освіти, підготовки кадрів та ресурсів для економічних, політичних і особистих прав та можливостей. Або мережа «Зелена Африка», її діяльність полягає у забезпеченні сталого розвитку у таких сферах: розвиток сільських територій та інфраструктури, охорона навколишнього природного середовища (впровадження відновлених джерел енергії – сонячної, енергії вітру, біоенергії, управління водними ресурсами, збереження біорізноманіття), удосконалення системи сільської освіти, науки та техніки, розвиток екотуризму тощо.

У Проекті Концепції збалансованого розвитку Росії (2008) йдеться про те, що сільські території перебувають у системному кризовому стані. Зауважимо, що мешканці сільських територій РФ становлять 27% від загальної кількості населення країни. Така ситуація є наслідком соціально-економічної трансформації країни і проявляється погіршенням демографічного стану, збіднінням селян та високим рівнем безробіття, зниженням якості життя, скороченням мережі закладів соціальної інфраструктури, звуженням доступу селян до основних соціальних послуг – освіти і охорони здоров'я тощо. У пункті 1.3. Концепції дається роз'яснення такої несприятливої тенденції: «Причини сільського кризису кроються як в історически накопившемся отставании деревни в социально-экономическом развитии, так и в несовершенстве современных аграрных отношений и форм сельской жизни». Саме тому реалізація Концепції збалансованого розвитку сільських територій Росії є дієвим інструментом виходу із соціально-економічної кризи села.

У праці «Проблемы и механизмы развития сельских территорий» (2012) Є. Коваленко, досліджуючи розвиток сільських територій Республіки Молдова, констатує:

«...нынешнее село исследуемого региона представляет собой наиболее депрессивную социальную среду». На думку автора, розв'язання цієї проблеми полягає у розробленні комплексної державної програми сільського розвитку, основними завданнями якої буде стимулювання демографічного зростання, зміцнення економіки, покращення якості життя та створення інфраструктури з урахуванням територіальних та природно-кліматичних особливостей кожного населеного пункту.

ВИСНОВКИ

Негативні тенденції збалансованого розвитку сільських територій є характерними певною мірою для всіх країн світу. Можливим шляхом розв'язання цієї проблеми може стати політика інноваційного менеджменту у сфері управління сільськими територіями. Для цього слід поєднувати правові засоби управління з екологічною освітою, що сприятиме ідеологічним змінам ведення сільського господарства, адже досі більшість фермерів та селян надають перевагу традиційним ідеям та концепціям, що передаються з покоління в покоління, але на сьогодні є застарілими.

Слід також наголосити, що роль екологічної етики у процесі збалансованого розвитку сільських територій є надзвичайно важливою. Екологічна етика може бути новим концептуальним та аналітичним інструментом для екологів та аграріїв у вирішенні моральних аспектів ставлення споживача до навколишнього природного середовища. З огляду на це, екологічна освіта як система навчання, спрямована на засвоєння знань про охорону природи, повинна стати невід'ємним компонентом програми в навчальних закладах усіх рівнів. Для цього потрібно покращити методику викладання самої дисципліни, а також підвищити кваліфікаційний рівень та поглибити знання педагогів з питань охорони навколишнього природного середовища.

ЛІСОВІ НАСАДЖЕННЯ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ м. БІЛА ЦЕРКВА ЗА ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВОГО ДОБУВАННЯ ГРАНІТУ

В.В. Лавров, А.П. Стадник, А.В. Житовоз, Т.Ю. Сагдєєва, З.В. Поліщук

Білоцерківський національний аграрний університет

На прикладі урочища Кошик зеленої зони м. Біла Церква охарактеризовано вплив поверхневої розробки граніту на лісові насадження. Доведено, що у лісовому масиві з наближенням до кар'єра погіршуються умови росту і розвитку дуба звичайного; прискорюється всихання не лише стиглих, але й пристигаючих і середньовікових дубових насаджень. З'ясовано, що у деградованих деревостанах дуб першого ярусу активно замінюють його листяні супутники — осика і липа, стійкіші до негативних чинників, а також зарості глоду та клена татарського, стан яких задовільний. Стан соснових насаджень не має зв'язку з віддаленням від кар'єра і більше залежить від відповідності едафотопу. Залишки «природного ядра» лісового масиву збереглися майже неураженими.

Ключові слова: лісові насадження, структура деревостанів, гранітний кар'єр, зони інтенсивності впливу, деградація деревостанів.

Ліси зелених зон навколо міст і промислових центрів займають майже 15% площі лісового фонду України. Вони виконують важливі екологічні функції й використовуються переважно з рекреаційною метою. За нерационального планування структури територій, недостатнього регулювання інтенсивності природокористування тощо ці лісостани часто зазнають істотного впливу комплексу несприятливих антропогенних чинників, співвідношення яких залежить від соціально-економічного розвитку певних територій [1, 2]. Антропогенні чинники спричиняють зміну породного складу, структури та форми лісових насаджень, впливають на їх екосистемні зв'язки та функціональні властивості, порушують цілісність лісових масивів. Крім соціально-економічних втрат, це знижує екологічну роль лісів, зменшує потенціал збереження біотичного і ландшафтного різноманіття тощо. Загалом, йдеться про комплексну міжгалузеву проблему, яку досі не вдається повністю розв'язати [2, 3]. Помітний вплив на антропогенну трансформацію ландшафтів, у т.ч. лісів, має гірничодобувна промисловість [4–7]. Одним із негативних екологічних наслідків функціонування кар'єрів поверхневої розробки корисних копалин,

крім вилучення та руйнації певної природної території, є зниження рівня ґрунтових вод унаслідок їх відкачування, що порушує гідрологічний режим територій та умови існування деревостанів. Ці наслідки істотно відрізняються залежно від характеристики підприємств, природних умов ландшафтів та лісів.

Мета роботи — на прикладі урочища Кошик зеленої зони м. Біла Церква та ВАТ «Білоцерківський кар'єр» з'ясувати особливості впливу поверхневої розробки граніту на умови росту і розвитку лісових насаджень; визначити просторові зони поширення різних ступенів деградації деревостанів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Окреслені питання досліджували на прикладі впливу ВАТ «Білоцерківський кар'єр» (кар'єр), яке з 1961 р. почало працювати на правому березі р. Рось біля с. Чмирівка і на сьогодні є одним з потужних підприємств міста з добування граніту: у 2005 р. видобуто 284,6 тис. м³ бутового щебеню, 84,5 — піщано-щебеневої суміші та 8,4 тис. м³ бутового каменю; загалом, реалізація продукції у 2013 р. становила 20,9 млн грн.

Вплив кар'єра (глибина 80 м, площа 18,05 га; загальна площа підприємства

29,13 га) на лісовий масив урочища Кошик досліджували методами порівняльної екології залежно від просторового розміщення деревостанів, їх лісівничо-таксаційної характеристики з використанням показників ландшафтної екології і лісознавства [1, 2, 8–11]. За візуальними ознаками (суховершинністю дерев першого ярусу деревостану та іншими лісівничо-таксаційними показниками) маршрутним і камеральними методами визначали залежність санітарного стану і структури насаджень різних типів лісу, а також таксаційно відмінних за характеристикою насаджень одного типу лісу від просторового розміщення щодо кар'єра. Використовували матеріали лісовпорядкування (2003 р.).

Пробні площі (ПП) закладали за принципом екологічного профілювання відповідно до загальноприйнятих методик [8–11], переважно у домінуючих дубових, а також соснових насадженнях, що зростають на горбистому мезорельєфі.

Екологічний профіль № 1 заклали у пристигаючому дубовому деревостані сучільної смугою, трансектою 10–130 м від межі «ліс – кар'єр» униз схилом на північний захід до р. Рось (таблиця; ППЗтр). Залежно від рельєфу і візуально виявлених відмінностей у стані деревостану, трансекту розділили на три секції: 1) верхня частина схилу (10–35 м від кар'єра), 2) середина схилу (36–75), 3) надзаплавна частина схилу (76–130 м).

Екологічний профіль № 2 заклали на узлісній, найбільш ушкодженій смузі лісового масиву, в шести різних за таксаційними характеристиками деревостанах (ПП1, 2, 4–7), зростаючих на околиці території підприємства уздовж північного, північно-західного і західного краю бровки кар'єра. Контролями для домінуючих дубових насаджень цих територій були два деревостани дуба звичайного, що зростають у такому самому типі лісу (D_2 -гД) та не зазнають впливу кар'єра: 8-1К – «природне ядро», насадження «Вікова діброва» в дендропарку «Олександрія» (4,5 км від кар'єра); 9-2К – насадження в центрі урочища Голендерня дендропарку (3,9 км від кар'єра).

Зони погіршення санітарного стану та структури деревостанів унаслідок впливу кар'єра визначали за таксаційними показниками ПП, категоріями і середньозваженими індексами (I_c) санітарного стану: I – неушкоджені дерева ($I_c = 1,00–1,50$); II – ослаблені ($I_c = 1,51–2,50$); III – сильно ослаблені ($I_c = 2,51–3,50$); IV – такі, що всихають ($I_c = 3,51–4,50$); V – свіжий сухостій (дерева, що всохли у поточному році) та VI – старий сухостій (дерева, що всохли понад рік тому) ($I_c = 4,51–6,00$).

Поза пробними площами вплив кар'єра на лісові насадження оцінювали візуально і камерально за часткою і особливостями сухоостою та стану крони дуба в першому ярусі, а також завдяки іншим середньозваженим таксаційним показникам деревостанів (висота, діаметр, бонітет) залежно від просторового розміщення щодо кар'єра. Виділяли зони інтенсивного (I), середнього (II) та слабкого (III) впливів кар'єра. Межі зон відділяли згладжено посередині найвіддаленіших від кар'єра таксаційних виділів, деревостани яких насамперед мають такі показники: понад $6 \text{ м}^3/\text{га}$ сухоостою дуба та III і нижчий класи бонітету – зона I; $5 \text{ м}^3/\text{га}$ сухоостою дуба та II і вищий класи бонітету – зона II; не мають сухоостою дуба, належать до II і вищого класів бонітету – зона III. Краї за таксаційною характеристикою деревостани, що потрапляли у відповідну зону за незначного віддалення від кар'єра, враховували в розрахунках показників цієї зони.

Для просторового орієнтування, оцінювання структури ландшафту, розрахунку відстаней між об'єктами, у т.ч. між виділеними зонами та їх розмірів використовували карти і систему позиціонування Google Earth та спеціальну програму розрахунку [12].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відповідно до даних лісовпорядкування, урочище Кошик територіально розташовується у межах навчально-дослідного лісового господарства Білоцерківського НАУ. За категорією захищеності – це лісопаркова частина лісів зеленої зони м. Біла

Координати та лісівничо-таксаційна характеристика пробних площ, закладених у деревостанах урочища Кошки

ПП	GPS- координати	Квартал	Видл	Відстань від кап'єра, м	Статус дерева	Тип лісу	Логова порода	А, років	Н, м	Д, м	М, м ³ /га	ЗДН	Повнота	Характеристика підрослу, підліску
1А	49.773900, 30.022222	4	8	125	10Д3	Д ₂ -ГД	Д3	170	18,4	55,4	80	0,84	0,41	ПР – Брс, h=1,8 м; Ллд, h=3,6 м; ПЛ – Клп, Лщз, Гдк
1Б	49.775217, 30.022780	4	8	60	10Д3	Д ₂ -ГД	Д3	170	17,6	45,8	50	0,38	0,29	ПР – 10Д3, h=0,8–1,1 м, ПЛ – Лщз
2	49.775618, 30.019025	4	7	260	10С3	С ₂ -ГДС	С3	105	17,2	29,5	210	0,42	0,64	ПР і ПЛ – відсутні
3тр*	49.776630, 30.024068	4	2	10–130	10Д3	Д ₂ -ГД	Д3	150	19,8	51,4	100	0,4	0,4	ПР – 5Клп5Брс, А=20 р, h=7 м, N=4 тис. шт./га
4	49.777364, 30.029153	4	1	20	8Д3 1Брс 1Клп	Д ₂ -ГД	Д3	Д3-153 Брс-72 Клп-74	Д3-18,7 Брс-16,3 Клп-15,4	Д3-37,5 Брс-20,6 Клп-19,5	120	0,55	0,53	ПР – 6Клп4Брс, А=20 р, h=4 м, N=7 тис. шт./га
5	49.776505, 30.032565	2	16	165	7С3 3Д3	Д ₂ -ГД	С3	С3-89 Д3-85	С3-23,3 Д3-24,6	С3-37,3 Д3-27,4	250	0,87	0,66	ПР – 5Клп5Брс, А=15 р, h=2,7 м, N=4,3 тис. шт./га
6	49.777060, 30.033573	2	17	195	10Д3	Д ₂ -ГД	Д3	82	19,2	26,4	225	0,85	0,75	ПР – Клп, h=0,7 м; ПЛ – Лщз, Бзч, Чрм
7	49.775563, 30.033333	5	1	320	10С3	С ₂ -ГДС	С3	56	25,2	39,7	230	0,82	0,54	ПЛ – Лщз, Чрм
8-1К**	49.812546, 30.058342	12	н/в	4485	10Д3	Д ₂ -ГД	Д3	200–300	20,7	76,8	н/в	0,75	0,65	ПР – 3Клп3Яз2Ллд 1Вз1Пр, А=20 р, h=6 м, N=3 тис. шт./га; ПЛ – Клп, Лщз, Бзч, Гдк, Бсб
9-2К***	(49.80268158390604, 30.067884922027588)	5	н/в	3850	10Д3	Д ₂ -ГД	Д3	213	18,7	61,5	н/в	0,8	н/в	ПР – В3, h=1,2 м, N=3,7 тис. шт./га; Клп h=0,9 м, N=1,8 тис. шт./га; Клп h=1,4 м, N=1,7 тис. шт./га; ПЛ – Баб, Гдк, Бзч, Бсб, Клп

Примітки: * – трансекта довжиною 120 м від межі «ліс – кар'єр» униз схилом на північний захід до р. Росі; ** – контроль № 1, насадження дуба «Вікова діброва» в дендропарку «Олександрія»; *** – контроль № 2, насадження дуба в центрі урочища Голєндерня дендропарку «Олександрія»; ** – підлісок; середньозважені показники деревного намету, підрослу і підліску: А – вік дерев, Н(н) – висота, N – густина, Д – діаметр дерев; М – запас деревини; ЗДН – зімкненість деревного намету; деревні види: Дз – дуб звичайний; Брс – берест; В3 – в'яз; Ллд – липа дрібнолиста; С3 – сосна звичайна; Клп – клен польовий; Лщз – липина звичайна; Лщз – липина звичайна; Чрм – черемха пізня; Гдк – глід колодий; Бзч – бузина чорна; Бсб – бруслина бородавчата; Баб – барбарис бородавчатий.

Церква. Тому деревостани дуба звичайного, які переважно належать до II класу бонітету, у віці до 140 років – ще є середньовіковими, 150–160 – пристигаючими, 170 і більше років – стиглими і перестійними. Цінність урочища визначається тим, що до його складу входить дендрологічний сад п'ятого класу естетичності (2 га; кв. 3, вид. 13), в якому зростає пристигаючий дуб звичайний I класу бонітету, тип лісу Д₂-гД. Він важливий для порівняння росту і розвитку з дубом насадження «Вікова діброва» у дендропарку «Олександрія».

Урочище має площу 199 га, лісові землі – 150, а вкрита лісом площа налічує 132,5 га (88,3%). Серед лісових насаджень переважають (49,1% від їх території) чисті деревостани, а саме: дуба звичайного (40,1), сосни звичайної (4,5), акації білої (2,0), ясена зеленого (1,8) та вільхи чорної (0,7%). Змішані насадження становлять 39,2% території урочища. Найпоширеніший тип лісу, особливо в найвищих місцях, що межують з кар'єром, – свіжа грабова діброва (89,3% від площі урочища, або 134,1 га). За середньозваженою оцінкою, в урочищі зростають дубняки віком 109 років, висотою 21,7 м, діаметром 33,1 см, вони

мають клас бонітету II,3 та відносний запас сухоостою – 6,8 м³/га на площі 100,9 га.

Погіршення санітарного стану дуба з наближенням до кар'єра проаналізуємо за трансектою 10–130 м на прикладі першого ярусу пристигаючого деревостану (рис. 1). Виявлено, що на 25% площі смуги лісу шириною 5–30 м, що пролягає вздовж північної бровки кар'єра, відмежованій від нього лише ґрунтовою дорогою шириною 2,5 м, дуб взагалі випав. Подекуди «вікна» в деревному наметі розширюються і формуються галявини розміром від 10×15 до 30×40 м та задернілі розріджені деревостани дуба, які заростають осикою і липою дрібнолистою висотою 5,6 м, кленом татарським та глодом – 4,5 м. У смугі найінтенсивнішого впливу (до 25 м від кар'єра) відбувається інтенсивне всихання дерев (Iс = 4,21–5,00); з наближенням до узлісся (менше 25 м) зростає частка сильно ослаблених (III) дерев з 5 до 17%, таких, що всихають – від 12 до 29%; співвідношення категорій стану дерев IV та V збільшується так: 0,17; 0,58; 0,88. У зворотному напрямі зростає частка свіжої сухоостою: 33, 44, 61% відповідно, а співвідношення V та VI – 1,94; 4,40; 5,55. Глибше ніж 25 м від узлісся старого

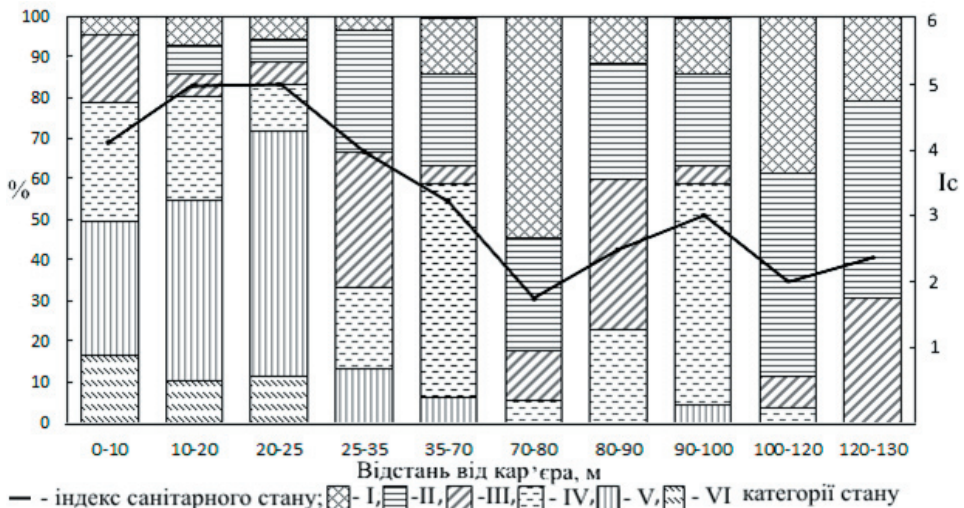


Рис. 1. Співвідношення дерев дуба звичайного I–VI категорії санітарного стану за різної віддаленості від кар'єра з добування граніту в урочищі Кошик (за трансектою ПП3тр)

сухостою немає, а частка свіжого — різко зменшується, до 3–11%. На відстані до 70 м від кар'єра всихання дерев зменшується до рівня $I_c = 3,23$; у смузі 70–80 м «природне ядро» масиву збереглося майже не ураженим ($I_c = 1,82$); у межах 80–130 м спостерігається смуга ослаблених дерев ($I_c = 2,03$ – $3,00$), що тяжіє до річки.

Загалом, з віддаленням від кар'єра індекс санітарного стану дубових деревостанів покращується з $I_c = 5,00$ (у зоні 10–25 м) до $I_c = 1,80$ (70–80 м). Найбільше доміантних і содоміантних особин сухостійного дуба першого ярусу поширено у смузі шириною до 45 м, що пролягає північніше кар'єра вздовж його бровки. Здебільшого навколо кар'єра всихає пристигаючий і перестійний дуб, частка якого становить 88,4% від усіх дерев цієї зони. Так, запас сухостою 140-літнього дубняку на ППЗтр становить $5 \text{ м}^3/\text{га}$ (10% від запасу дуба на ділянці), 150-літнього на середньо ослабленій ділянці ПП4А — 10, на сильно деградованій ПП4Б ще більший — $15 \text{ м}^3/\text{га}$ (13% запасу дуба). Тобто перший ярус дуба деградував до V класу бонітету та до повноти 0,42, подекуди — до 0,29 (ПП1Б). На місці таких дубів з'являються його листяні супутники: берест, що сягає 1,8 м висоти, та липа дрібнолиста — 3,6 м. У підліску поширюється клен польовий — 2,9 м, а також клен татарський, ліщина звичайна і глід колючий.

У віддалених (понад 100 м) від кар'єра деревостанах верхньої частини схилу дуб до 90 років росте за II та III класами бонітету і не всихає (ПП5) або всихає в межах природного відпаду — до $5 \text{ м}^3/\text{га}$ (2% від запасу). Проте у цій частині масиву трапляється подібна інтенсивність вершинного всихання стиглої сосни (ПП5; 89 років). Це може бути спричинено і невідповідністю ґрунтових умов — свіжим ґрудом з виходом кам'янистих порід на поверхню. У більш сприятливих свіжих сугрудкових едатопах (ПП7; кв. 5, вид. 1, 2) цієї зони 50–60-річна сосна формує високобонітетні (до I³) деревостани.

Вірогідно, граніт, який підстилає ґрунт, не обмежує розвиток сосни, а сприяє затри-

манню на певний час вологи після дощів і сніготанення. На схилах це може створювати ефект гідропоніки, що може сприяти росту і розвитку деревних порід [11]. Припущення опосередковано може бути підтверджено значно гіршим станом сосни в низині, на першій боровій терасі поблизу річки, де ближче залягають ґрунтові води. Сосняк у цих умовах характеризується низькою продуктивністю, значною зрідженістю і зі збільшенням віку деградує: у кв. 4, вид. 11 (80 років), клас бонітету — IV; у вид. 7 (100 років) клас бонітету — V, сухостою $7 \text{ м}^3/\text{га}$. Тобто порівняно з дубом, сосна не зазнає впливу кар'єра.

На трансекті ППЗтр з віддаленням від кар'єра збільшуються середній діаметр дуба (з 39,1 до 58,1 см) та середня густина деревостану (з 25 до 150 шт./га). У чистих дубняках стиглий дуб природного походження, навіть на відстані 125 м від кар'єра, знижує продуктивність до V класу бонітету, запасу $80 \text{ м}^3/\text{га}$ і зріджується до повноти 0,41 (ПП1А). Лісівничо-таксаційна характеристика інших порід змінюється не так закономірно — спостерігається як погіршення, так і покращення її показників, що потребує спеціального аналізу. Загалом, одержані дані дають можливість виділити три зони різної інтенсивності впливу кар'єра на лісорослинні умови урочища, що істотно відрізняються за особливостями поширення і характеристикою деревостанів (рис. 2).

Зона I — мінімальна ширина (B_{\min}) на північний захід (ПнЗх) становить 70 м; максимальна ширина (B_{\max}) на північний схід (ПнСх) — 590; максимальна її довжина (L_{\max}) із заходу (Зх) на схід (Сх) — 1160 м; розрахована за програмою [12] площа зони $S^1_{\text{хк}} = 28,2$ га; сумарна площа деревостанів дуба з сухостоєм $S^1_{\text{Дсух}} = 28,2$ га. Зона переважно прилягає до північної межі кар'єра і за потрібного підвищення його площі поширюється на північний схід. Переважно охоплює деревостани з сухостоєм дуба ($I_c = 3,80$ – $6,00$), відносний запас якого варіює у межах 5 – $10 \text{ м}^3/\text{га}$, середній — $9,8 \text{ м}^3/\text{га}$; на цій території зосереджено 28% сухостійних дубняків урочища; подекуди

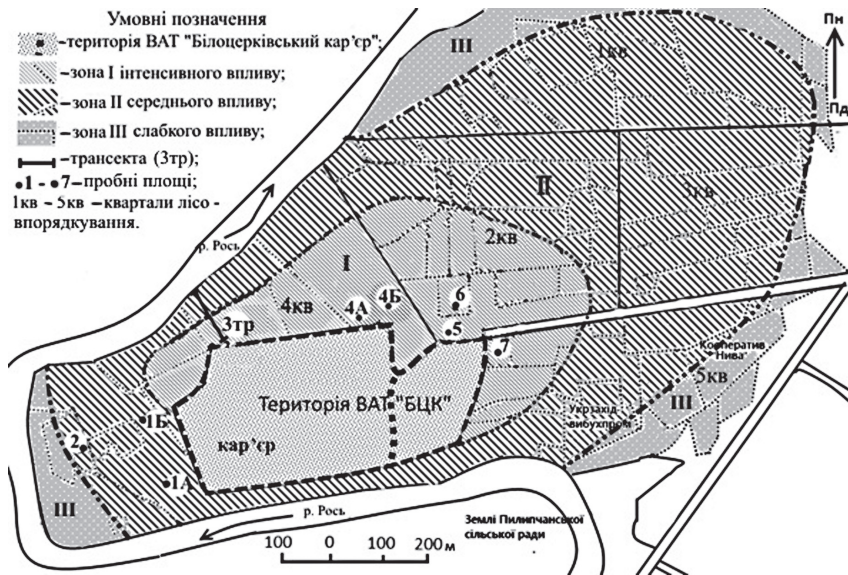


Рис. 2. Просторовий розподіл зон погіршення санітарного стану та структури деревостанів дуба звичайного в урочищі Кошик унаслідок впливу кар'єра з добування граніту: I – деревостани, що всихають; II – сильно ослаблені; III – ослаблені

спостерігається сухостій сосни звичайної (кв. 2, вид. 10, 16), клена гостролистого (кв. 2, вид. 1) та береста (кв. 2, вид. 11); вид. 17 та вид. 18 у кв. 2 віднесено до зони I через низьку продуктивність деревостанів (клас бонітету III), вид. 9, 13 та 14 у кв. 2 – характеризуються як кандидати в категорію «деревостани, що всихають». Середньозважені таксаційні показники дубняків такі: $A = 105$ років, $H = 18,7$ м, $D = 30,5$ см, клас бонітету (B) – III,5. Ґрунтова дорога – 0,11 га.

Зона II – охоплює майже весь лісовий масив, і її розміри, вірогідно, обмежуються його межами: на півночі (Пд) та ПнЗх $V_{\min} = 130$ м; після зони I на ПнСх поширюється $V_{\max} = 990$; із Зх на Сх (L_{\max}) – 2260 м; $S_{\text{хк}}^{\text{II}} = 126,6$ га; $S_{\text{дсух}}^{\text{II}} = 72,7$; $S_{\text{хк}}^{\text{II}} - S_{\text{дсух}}^{\text{II}} = 53,9$ га. Зона охоплює 72% сухостійних дубняків урочища. Це сильно ослаблені деревостани дуба, 60% території зони II становлять дубняки з відносним запасом сухоостою переважно $5 \text{ м}^3/\text{га}$ (у середньому – 5,7), винятком є ділянки лісу (кв. 1, вид. 5, 8, 17; кв. 5, вид. 5, 6; кв. 3, вид. 2), в яких збільшення сухоостою дуба

(до $6-10 \text{ м}^3/\text{га}$), вірогідно, спричинено, крім впливу кар'єра, також рекреаційним навантаженням від оздоровчого табору для студентів та приватного кооперативу. Деревостани дуба з сухоостоєм становлять лише 53% від площі зони II, або 64,1 га. Їх середньозважені показники такі: $A = 105$ років, $H = 18,7$ м, $D = 30,5$ см, $B = \text{III},5$. Подекуди спостерігається сухостій ясеня зеленого – $7 \text{ м}^3/\text{га}$ (кв. 4, вид. 3). Решта площі зони – це лісові насадження без сухоостою (49,6 га), частина території підприємства «Укрзахідвибухпром» (2,6), приватного кооперативу (0,87) і ґрунтової дороги (0,84 га).

Зона III – поширена на відстань близько 1530 м від кар'єра і охоплює три периферійні частини шириною 135–175 м на заході, півночі та півдні лісового масиву. Її розміри: $S_{\text{хк}}^{\text{III}} = 32,0$ га; із Зх на Сх (L_{\max}) – 480 м; $V_{\min} = 55$ м. У зоні немає сухоостою дуба (22,7 га). Проте подекуди в прибережній смузі є сухостій осики – $5 \text{ м}^3/\text{га}$ (кв. 1, вид. 12) та сосни звичайної – $7 \text{ м}^3/\text{га}$ (кв. 4, вид. 7). Решта площі зони – це частина території підприємства «Укрзахідвибухпром»

(0,5 га), приватного кооперативу (7,3), ґрунтової дороги (0,3) і заплави річки (1,3 га).

Порівняння середньозважених показників характеристики деревостанів, які зростають в умовах інтенсивного (зона I) та середнього (зона II) впливів кар'єра, свідчить, що в однаковому типі лісу Д₂-гД та віці (110 порівняно з 105 роками) в зоні I, що розміщена ближче до кар'єра, дуб звичайний зазнає пригнічення росту, розвитку та всихає. Його висота нижча на 4,2 м, діаметр — на 3,6 см, клас бонітету — на I,7 (з I,8 до III,5), а відносний запас сухоостою дуба, навпаки, збільшується на 4,1 м³/га. Ситуація має ще гірший вигляд порівняно з контрольними деревостанами дуба в дендропарку «Олександрія» (таблиця; ПП8-1К та ПП9-2К). Хоча деревостани, що слугують контролем, є перестиглими, мають послаблений ріст і розвиток, зазнають інтенсивного рекреаційного навантаження, висота їх досі становить 20,7 та 18,7 м, діаметр 70,8 та 61,5 см, суховершинність дерев трапляється рідко. Незважаючи на постійне санітарне оздоровлення, повнота цих деревостанів в середньому становить 0,65, тоді як в урочищі Кошик, навіть без вирубки сухоостою, — його середньозважений запас сягає від 5,7 (зона II) до 9,8 м³/га (зона I) — повнота багатьох дубняків нижча, а в зоні I — деревостани перетворилися на «рідини» (повнота 0,3–0,4).

ВИСНОВКИ

1. Промислове добування граніту ВАТ «Білоцерківський кар'єр» зумовлює погіршення умов росту і розвитку не лише стиглих, але й пристигаючих і середньовікових дубових насаджень урочища Кошик. За сприятливих умов свіжої грабової діброви дуб починає всихати після віку 75 років. Інтенсивний вплив проявляється в радіусі 70–590 м (площа зони 28 га; усі деревостани всихають), середній — 990–2260 м (сильно ослаблені насадження на площі 127 га; зона охоплює 72% сухостійних дубняків урочища, їх площа 73 га); слабкий вплив (ослаблені без сухоостою деревостани) поширюється до відстані 1530 м від кар'єра, охоплює периферійну смугу урочища (32 га).

2. Найбільш деградованою є смуга шириною 25–45 м уздовж північної бровки кар'єра. Це — найвище розташовані ділянки лісового масиву, які, вірогідно, найбільше потерпають від висушування ґрунту внаслідок відкачування води з кар'єра, оскільки всихання дерев і трансформація фітоценозу в цій місцевості проявляється найактивніше. Третина дерев суховершинять до рівня 15 м³/га (13% запасу дуба на виділі). Зріджений до категорії «рідини» перший ярус V класу бонітету активно замінюється підростом супутників дуба — береста, в'яза, липи дрібнолистої, клена гостролистого тощо. Деградовані узлісся і галявини захоплює осика, липа дрібнолиста і, особливо, зарості глоду колючого та клена татарського. Стан видів-супутників дуба у підрості та інших видів у цій зоні значно кращий. Стан соснових насаджень не має зв'язку з віддаленням від кар'єра і більше залежить від відповідності едафотопу. Залишки «природного ядра» лісового масиву збереглися майже неуразеними.

3. У перспективі, за кращого розвитку подій, відбудеться зміна домінування дуба його супутниками, а також заростання деревами осики розріджених територій та узлісся, сформується інший материнський намет. У гіршому — збільшуватиметься фрагментація деревостанів та перетворення їх на чагарникові зарості глоду колючого, бузини чорної і шипшини собачої, біогрупи клена татарського, а також рідколісся залишків намету. Наслідки залежатимуть від ефективності регулювання антропогенного впливу на урочище. Адже виявлено, що всихання дуба та інших порід на віддалених ділянках зони слабого впливу кар'єра, поблизу оздоровчого табору, прибережної смуги річки та приватного кооперативу зазнають істотного рекреаційного навантаження, що підсилює їх деградацію. Ландшафт урочища має середню придатність до виконання рекреаційних та оздоровчих функцій, а 91% території має клас стійкості № 2 щодо рекреаційних чинників. Для детальнішого визначення рекреаційних наслідків доцільно продовжити дослідження цієї території.

ЛІТЕРАТУРА

1. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СРСР / М.А. Глазовская. — М., 1988. — 328 с.
2. Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України / [О.В. Дудкін, А.В. Єна, М.М. Коржнев та ін.]; відп. ред. О.В. Дудкін. — К.: Хімджест, 2003. — 400 с.
3. Скрипник О.О. Розробка наукових основ технологій біогеодиверсифікації порушених гірничими роботами земель для розбудови екологічної мережі / О.О. Скрипник // Екологія і природокористування. — 2008. — Вип. 11. — С. 55–69.
4. Бакка М.Т. Дослідження впливу кар'єрів з видобутку будівельних матеріалів на атмосферне повітря та земну поверхню / М.Т. Бакка, О.А. Пирський, Г.М. Рижов. — Житомир, 2003. — 110 с.
5. Іванов Є.А. Еколого-ландшафтознавчі дослідження територій порушених гірничовидобувною промисловістю (на прикладі Яворівського ДГХП «Сірка») / Є.А. Іванов // Географія і сучасність. — 1999. — Вип. 1. — С. 94–100.
6. Рудько Г.І. Комплексний геоекологічний аналіз з метою оптимізації стану довкілля в межах Червоноградського гірничопромислового району / Г.І. Рудько // Екологічна безпека техногенно перевантажених регіонів та раціональне використання надр. — К., 2001. — С. 16–20.
7. Белая Церковь в цифрах за годы советской власти. — Белая Церковь: БКМ, 1972. — 44 с.
8. Ануцин И.П. Лесная таксация / И.П. Ануцин. — М.: Лесн. пром-ть, 1977. — 512 с.
9. Воробьев Д.В. Методика лесотипологических исследований / Д.В. Воробьев. — К., 1967. — 388 с.
10. Санітарні правила в лісах України / Постанова Кабінету Міністрів України від 27.07.1995 р. № 555. — К.: Урожай, 1995. — 20 с.
11. Мигунова Е.С. Леса и лесные земли (количественная оценка взаимосвязей) / Е.С. Мигунова. — М.: Экология, 1993. — 364 с.
12. Приложение для расчета расстояния по карте или площади объекта [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://xkarta.com/izmereniedliny.html>

REFERENCES

1. Glazovskaya M.A. (1988). *Geokhimiya prirodnykh i tekhnogemykh landshaftov SRSR* [Geochemistry of natural and man-made landscapes of USSR]. Moscow, 328 p. (in Russian).
2. Dudkin O.V., Yena A.V., Korzhniev M.M. (2003). *Otsinka i napriamky zmeshennia zahroz bioriznomanittiu Ukrainy* [Assessment and ways to reduce the threats of biodiversity in Ukraine]. Kyiv: Khimdzhest Publ., 400 p. (in Ukrainian).
3. Skrupnyk O.O. (2008). *Rozrobka naukovykh osnov tekhnologii bioheodyversyfikatsii porushenykh himyichymy robotamy zemel dlia rozbudovy ekolohichnoi merezhi* [Development of scientific bases of technology bioheodiversification of land that are disturbed by mining works to build ecological network]. *Ekolohiia i pryrodokorystuvannia* [Ecology and Environmental Sciences], Iss. 11, pp. 55–69 (in Ukrainian).
4. Bakka M.T., Pyrskiy O.A., Ryzhov H.M. (2003). *Doslidzhennia vplyvu karieriv z vydobutku budivelnnykh materialiv na atmosferne povitria ta zemnu poverkhniiu* [The influence of the open pit mining of building materials on the atmosphere and Earth's surface]. Zhytomyr:Ed. vydavnychy viddil Zhytomyrskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetuPubl., 110 p. (in Ukrainian).
5. Ivanov Ye.A. (1999). *Ekoloho-landshaftoznavchi doslidzhennia terytorii porushenykh himyichovydobuvnoiu promyslovistiu (na prykladi Yavorivskoho DHKhP «Sirka»)* [Ecological and landscape science researches of the areas affected by mining industry (in the example of Yavorivskiy State Mining and Chemical Enterprise«Sulfur»)]. *Heohrafiia i suchasnist* [Geography and Modernity], Iss. 1, pp. 94–100 (in Ukrainian).
6. Rudko H.I. (2001). *Kompleksnyi heoekolohichnyi analiz z metoiu optymizatsii stanu dovkillia v mezhakh Chervonohradskoho himyichopromyslovoho raionu* [Complex geoecological analysis to optimize the environment within Chervonograd mining region]. *Ekolohichna bezpeka tekhnogenno perevantazhenykh rehioniv ta ratsionalne vykorystannia nadr* [Environmental safety of technogenic congested regions and rational use of mineral resources]. Kyiv, pp. 16–20 (in Ukrainian).
7. *Belaya Tserkov v tsifrah za gody sovetsoy vlasti* [Belaya Tserkovin numbers over the years of Soviet power]. Belaya Tserkov: BKM Publ., 1972, 44 p. (in Russian).
8. Anuchin I.P. (1977). *Lesnaya taksatsiya* [Forest Inventory]. Moscow: Lesn. prom-t Publ., 512 p. (in Russian).
9. Vorobev D.V. (1967). *Metodika lesotipologicheskikh issledovaniy* [Methods of forest typology research]. Kiev, 388 p. (in Ukrainian).
10. Cabinet of Ministers of Ukraine (1995), «Sanitarni pravyla v lisakh Ukrainy», Kyiv: Urozhai Publ., No. 555, 20 p. (in Ukrainian).
11. Miguнова Ye.S. (1993). *Lesa i lesnye zemli (kolichestvoemaya otsenka vzaimosvyazey)* [Forests and forest land (quantitative assessment of the relationship)]. Moscow: Ekologiya Publ., 364 p. (in Ukrainian).
12. *Prilozhenie dlya rascheta rasstoyaniya po karte ili ploshchadi obekta* [The apps for calculation the distance of the object or area of the map]. [Electronic resource] available at: <http://xkarta.com/izmereniedliny.html> (in Ukrainian).

СЕЗОННА ДИНАМІКА ВМІСТУ НІТРАТІВ У ПОВЕРХНЕВИХ І ГРУНТОВИХ ВОДАХ

С.В. Канівець¹, Л.Ю. Воронко², О.І. Чабовська², І.О. Глибовець³,
О.В. Коростін², І.Л. Шигимага², А.О. Щеглова²

¹ ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського»

² Харківська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»

³ Чернігівська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»

Встановлено, що у межах харківської схилово-височинної фізико-географічної області в колодязях і джерелах, що живляться інфільтраційними водами і розташовані безпосередньо в населених пунктах або поблизу останніх, навесні і восени спостерігається подвійне перевищення ГДК нітратів. Природні біоценози річок і водосховища шляхом асиміляційної і дисиміляційної нітратредукції сприяють низькому рівню вмісту нітратів, натомість стічні води населених пунктів, зокрема м. Харкова, значно підвищують вміст нітрат-іонів у річках і послаблюють інтенсивність протікання процесів самоочищення. Проаналізовано чинники сезонних змін умісту нітратів у водосховищі і ґрунтових водах. Розглянуто механізми перетворення нітратів у поверхневих і ґрунтових водах та в активному шарі ґрунту і профілі зони аерації. Висвітлено особливості міграції нітрат-іонів до водоносних горизонтів та імпульсивне насичення осадового перекриття нітратами. Запропоновано доступні заходи із захисту навколишнього природного середовища. Обґрунтовано необхідність систематичних моніторингових досліджень води.

Ключові слова: нітратне забруднення, ґрунтові води, поверхневі води, нітрифікація, зона аерації.

Відомо, що нітрати — високотоксичні сполуки, адже вміст 1 мг/кг маси людини, наприклад, азоту спричиняє легке отруєння, а доза 20 мг/кг є смертельною (для ціанідів 4 мг/кг) [1]. Починаючи з 60–70-х років минулого століття в усьому світі значна увага приділяється проблемі нітратного забруднення продуктів харчування і води, що зумовлено інтенсивним застосуванням азотних добрив. Упродовж 70–80-х років обсяг використання азотних туків у європейських країнах збільшився у 5–10 разів і в перерахунку на азот становив: на богарних землях — близько 200 кг/га, на іригаційних — 300 кг/га. За даними Міжнародної організації гідрогеологів (IAHS) вміст нітратів у ґрунтових водах сягнув (у

перерахунку на азот) 15–50 мг/л, а річні темпи збільшення концентрації становлять 1–3 мг/л [1].

У Харківській обл. пік надходження в ґрунт азоту з добривами зафіксовано у 1986–1990 рр., коли їх вносилося 62 кг/га з мінеральними і близько 37 кг/га у д.р. з органічними добривами, в перерахунку на азот — це близько 40 кг/га. Тому площинне забруднення могло спричинити загрозливу ситуацію лише у місцях з підвищеним застосуванням азотовмісних добрив [2–4]. Найчастіше перевищення ГДК за вмістом нітратів спостерігається в приватних шахтних колодязях [5]. Залежно від умов навколишнього природного середовища, вміст нітратів змінюється, зокрема посезонно [6]. Джерела надходження не використаних рослинами і мікроорганізмами нітратів до поверхневих і підземних вод теж різноманітні.

Мета роботи — визначити вміст та динаміку нітрат-іонів у поверхневих та ґрунтових водах для прогнозування їх стану та обґрунтування і розробки заходів із захисту джерел питної води.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліджувалися поверхневі і ґрунтові води на території Харківської обл. у річках, колодязях, Харківському водогоні, джерелах і струмках, що з них витікають. Спостереження вели впродовж 2011–2014 рр. Обстежували колодязі, розташовані на плато правих корінних берегів долин річок Сіверський Донець (села Рубіжне і Шестакове) і Роганка (смт Рогань). Потужність осадового перекриття водоносних горизонтів зони аерації в селах Рубіжне і Шестакове становить 10–12 м, у смт Рогань — близько 15 м. Питні джерела і струмки досліджували на території межиріччя Роганки і Уди. Потужність осадового перекриття водоносних горизонтів питних джерел у селах Павленки і Федірці становить близько 15 м. Джерело Саржин Яр живиться водами міжпластового горизонту з глибини близько 20 м. Всі питні джерела розташовуються у балках і витікають з-під схилу на рівні дна балки. Відстань від об'єктів до людських поселень майже однакова, розташовані вони в одній кліматичній зоні. Їх активний шар (ґрунт) і підґрунтя мають важкосуглинковий гранулометричний склад.

Зразки води відбирали згідно із ГОСТ 17.1.5.05.85. («Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных вод и льда») та методами, описаними Ю.Ю. Лурье [7]. У колодязях зразки відбирали з-під поверхні води батометром, з джерел і у Харківському водогоні — безпосередньо із зливної труби, у річках (на бистрині) — з-під поверхні води батометром, у водосховищі (центральна частина, біля дамби) — з-під поверхні води батометром, у струмках — з-під поверхні води.

Аналіз з відібраними зразками води проводили в лабораторії Харківської філії ДУ «Держґрунтохорона» (вода колодязів, питних джерел, струмків і Харківського во-

догону) відповідно до чинної методики визначення кількості нітратів іонометричним методом (1981); у лабораторії Харківського управління водних ресурсів (поверхневі води) згідно з КНД 211.1.4.027-85 (1995).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати досліджень вмісту нітрат-іонів у поверхневих і ґрунтових водах засвідчили про їх істотну відмінність (табл. 1, 2). Так, показники питної води у колодязях і питних джерелах, які живляться інфільтраційними ґрунтовими водами, свідчать про значне перевищення ГДК навесні і восени. Натомість у річках і водосховищі вміст нітратів набагато менший. Улітку забруднення зменшується, і в деяких колодязях і джерелах досягає норми, але показники вмісту нітратів залишаються лише близькими до рівня ГДК. Така сезонна динаміка концентрації нітрат-іонів у воді колодязів спостерігається і в Чернігівській обл. У колодязях сіл Рубіжне і Шестакове, а також питних джерелах сіл Павленки і Федірці та у струмку, що витікає з джерела с. Федірці, вміст нітратів улітку нормалізується. У водоносних горизонтах смт Рогань теж спостерігалось зниження умісту нітратів, але не до безпечного рівня.

Потужне (10–15 м і більше) перекриття осадовими породами, переважно важкого гранулометричного складу, не є перешкодою для проникнення нітратів у водоносні горизонти зони аерації, що живлять колодязі і джерела, розташовані безпосередньо біля людських осель, де ведеться активна господарська діяльність.

Розбіжності літніх флуктуацій нітратного забруднення ґрунтових вод смт Рогань і всіх згаданих вище населених пунктів зумовлено надходженням нітрат-іонів з-під «похованого» міського сміттєзвалища, розташованого близько 1 км вище смт Рогань. Так, цілорічно перевищення ГДК нітратів у підземних водах спостерігається поблизу локальних забруднювачів (тваринницькі ферми, очисні споруди, багаторічні бурти гною) на всій території України [2].

Біоценоз великого струмка, що протікає поблизу сіл Павленки і Федірці, частково

Таблиця 1

Вміст нітратів у водах населених пунктів Харківської обл., мг/дм³ (середні показники за 2013–2014 рр.)

Населений пункт, вид об'єкта водопостачання	Місяць											
	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень					
с. Рубіжне, Вовчанський р-н, колодязь	101,45	65,10	40,78	40,20	37,62	37,40	57,10					
с. Шестакове, Вовчанський р-н, колодязь	96,85	65,25	49,32	36,54	34,96	36,98	56,05					
смт Рогань, Харківський р-н, колодязь	91,00	78,50	75,55	72,00	61,40	61,00	73,90					
смт Рогань, Харківський р-н, джерело	85,85	72,70	69,50	68,40	59,50	60,00	76,10					
с. Павленки, Харківський р-н, джерело	67,00	53,00	50,25	46,04	41,00	40,67	51,60					
с. Федірці, Харківський р-н, джерело	65,24	56,82	58,32	59,50	44,00	43,50	49,45					
с. Федірці, Харківський р-н, струмок (малий)	57,42	38,10	39,60	37,80	31,00	30,04	39,32					
м. Харків, струмок (великий), поблизу сіл Павленки, Федірці	38,24	23,11	23,85	19,87	20,50	21,08	26,50					
м. Харків, джерело Саржин Яр	14,90	12,09	11,35	8,70	8,45	8,30	11,40					
м. Харків, міський водопровід	2,35	2,08	1,97	1,95	1,95	1,98	2,10					

Таблиця 2

Вміст нітратів у водах річок Сіверський Донець і Уда, мг/дм³ (середні показники за 2011–2013 рр.)

Річка, ділянка обстеження	Місяць											
	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
р. Сіверський Донець, с. Огірцеве, кордон з РФ	4,74	8,96	6,62	6,30	4,73	3,60	2,95	3,65	4,23	3,12	3,50	4,55
р. Сіверський Донець, Печенізьке водосховище, смт Печеніги	0,57	1,44	0,97	1,04	0,50	0,46	0,57	0,42	0,64	0,60	0,78	0,95
р. Сіверський Донець (нижче р. Уда), смт Есхар	11,90	14,83	13,51	11,74	10,36	12,55	14,47	13,35	14,67	14,49	13,93	12,8
р. Сіверський Донець, с. Червона Гусарівка	9,58	9,56	9,74	9,03	9,15	9,58	8,85	8,48	9,80	10,99	9,32	9,76
р. Уда (вище м. Харкова), с. Березівське, міст	3,27	3,94	3,75	3,80	4,22	3,76	3,13	3,32	3,82	3,68	3,73	3,45
р. Уда (нижче м. Харкова), с. Хорошеве, міст	17,59	18,15	15,68	14,78	16,52	17,61	16,26	19,20	22,88	19,27	18,29	14,5

справляється з нітратним навантаженням. Меншою мірою це стосується струмка, що живиться водою з джерела с. Федірці та стічними водами з городів під час їх інтенсивного зрошування.

Джерело Саржин Яр живиться з міжпластового водоносного горизонту, однак аналіз зразків води свідчить про сезонну динаміку вмісту нітратів у ньому. Отже, незважаючи на глинисте перекриття, існує зв'язок напірної води з ґрунтовими водами зони аерації. На межі останніх і басейну артезіанських вод висхідний потік інфільтраційних вод значно слабшає, і в крайовій частині басейну вони змішуються. Крім того, відбувається розущільнення глин, що зумовлено осмотичним вбиранням більш прісних поверхневих вод. Цьому сприяє горизонтальна шаруватість глинистих порід водного походження [8].

Концентрація нітратів у водогоні, що забезпечує м. Харків питною водою, майже така сама, як і у Печенізькому русловому водосховищі, адже водовідбір з р. Сіверський Донець розташований на 20 км нижче від водосховища.

Дані проведених досліджень свідчать про значний вплив господарської діяльності людини на якість ґрунтових вод. Так, у приватному секторі застосовуються азотомісні добрива у значно більших кількостях, ніж у великих господарствах, до того ж городи добре обробляються і часто зрошуються, ведеться інтенсивне тваринництво. Елементарні санітарні норми, як правило, порушуються. Тому створюються оптимальні умови для розвитку ґрунтових мікроорганізмів і протікання процесів азотфіксації, амоніфікації, нітрифікації та денітрофікації. Крім того, слід додати і впливи на ситуацію відповідного гідротермального режиму та переважно близької до нейтральної або нейтральної реакції середовища.

Відомо, що нітрат-іони як рухомий компонент не утворюють нерозчинні з'єднання, не поглинаються ґрунтовим вбирним комплексом і не вступають з останнім в обмінні процеси. Навесні і восени при низьких температурах, максимальному

промочуванні ґрунту і за відсутності у ньому біологічного бар'єра спостерігаються найвищі рівні забрудненості ґрунтових вод і вимивання низхідними інфільтраційними водами нітратів з активного шару. З початком вегетаційного періоду посилюються процеси нітрифікації, але одночасно зростає інтенсивність асиміляційної і дисиміляційної нітратредукції та зменшується глибина промочування ґрунту. Забруднення води більшою частотою колодязів і питних джерел поступово знижується до норми, але вміст NO_3^- залишається у межах ГДК. Вірогідно, рослини і мікроорганізми не спроможні засвоїти таку кількість нітрат-іонів та відновити процеси денітрифікації. Під тиском нових надходжень низхідної атмосферної чи іригаційної вологи NO_3^- просочуються в глиб зони аерації і з часом досягають водоносних горизонтів, де поступово формується профіль, насичений нітратами імпульсивного проникнення з низхідними інфільтраційними водами залежно від метеорологічних і гідрологічних умов та гранулометричного складу осадових порід.

Так, показники вмісту нітратів великих поверхневих водоймищ (табл. 2) свідчать про низький рівень нітратів у водах природних зон — у річках Сіверський Донець (поблизу с. Огірцеве) та Уда (поблизу с. Березівка) і Печенізькому русловому водосховищі. В останньому чітко простежується сезонна динаміка вмісту нітрат-іонів у воді. Течії річок протікають місцями через доволі щільно розташовані населені пункти, тому флуктуацію вмісту нітратів ($2,95\text{--}8,96\text{ мг/дм}^3$) зумовлено, безперечно, антропогенним впливом. Незначний середньорічний рівень вмісту нітратів спостерігається і в інших річках України: Західний Буг — $3,8\text{ мг/дм}^3$, Дністер — $3,5$, Дніпро — $2,2$, Дунай — $2,1\text{ мг/дм}^3$ [2].

У річках, водосховищі, серед цілинних ландшафтів, що з обох боків їх оточують, відбуваються процеси асиміляційної і дисиміляційної нітратредукції. Завдяки використанню NO_3^- як елемента живлення біота відновлює нітрат-іон, синтезуючи органічні азотомісні компоненти клітин.

Крім того, у ґрунті і поверхневих водах існує безліч видів бактерій, що використовують NO_3^- як окислювач органічних речовин для отримання енергії, а нітрати дуже легко редукуються до газів NO і N_2O та молекулярного азоту. Це означає, що водоймища здатні до самоочищення.

Проте потужне зовнішнє надходження нітрат-іонів різко підвищує вміст нітратів. Так, після вбирання у себе всіх стічних вод м. Харкова концентрація нітратів у водах р. Уда збільшується у 5–6 разів (порівнювали показники з ділянки річки поблизу с. Березівка, розташованого вище Харкова, і с. Хорошеве – нижче). Біля смт Есхар р. Уда впадає в екологічно чистий басейн Сіверського Дінця. Внаслідок цього вміст нітратів у змішаних водах варіює у межах 10,36–14,83 мг/дм³, але і через 70 км (с. Гусарівка) майже не знижується, що, безперечно, свідчить про негативний вплив стічних вод м. Харкова і послаблення здатності річки до самоочищення.

Результати проведених досліджень свідчать про доволі низький уміст нітратів у поверхневих водах екологічно чистої зони. Навіть після потужного впливу стічних вод м. Харкова та пригнічення ними інтенсивності процесів самоочищення максимальні показники вмісту нітратів у воді річки (22,88 мг/дм³) залишилися вдвічі меншими від рівня ГДК (45,00 мг/дм³). Натомість в зоні аерації поблизу населених пунктів спостерігається кардинально інший стан щодо нітратного забруднення ґрунтових вод. Нераціональне господарювання людини спричиняє безліч проблем, у т.ч. і високе забруднення питної води у колодязях і природних криницях (близько 101,45 мг/дм³).

Заходи з розв'язання проблеми нітратного забруднення ґрунтових вод повинні базуватися на аналізі багаторічних спостережень. Для виявлення тенденцій і розвитку процесу, що спричиняє реальну загрозу, необхідно використовувати як разові, так і систематичні обстеження водозборів різного призначення. Проте осно-

вою моніторингу нітратного забруднення вод є режимні їх дослідження у комплексі з метеорологічними спостереженнями, зокрема за водним режимом ґрунтів і порід зони аерації. Для дослідження чинників впливу на міграцію і перетворення нітратів у активному шарі та в осадовій товщі підґрунтя перспективним є використання лізиметрів. Експерименти повинні проводитися на зразках, що дають змогу найбільш достовірно розділити впливи певних чинників на переміщення і трансформацію нітратів. Без розгалуженої мережі різнобічних досліджень неможливо отримати інформацію, яка надасть можливість окреслити просторові обсяги небезпечних місць та з певною вірогідністю спрогнозувати направленість протікання процесів, що впливають на зміни вмісту нітратів. Нині на територіях населених пунктів, де зафіксовано перевищення ГДК нітратів у питній воді, найпростішим розв'язанням проблеми є перехід на централізоване водопостачання з безпечних джерел. На жаль, в Україні станом на сьогодні лише 24% селищ мають централізоване водопостачання.

ВИСНОВКИ

У колодязях і питних джерелах, що живляться інфільтраційними водами і розташовані безпосередньо в населених пунктах або поблизу них, уміст нітратів навесні і восени значно перевищує ГДК і не завжди відповідає нормі влітку. Рівень і сезонна динаміка вмісту нітратів у ґрунтових водах залежить від насиченості нітратами профілю осадових порід та метеорологічних і гідрогеологічних умов.

Басейни відкритих водоймищ у природних умовах мають низьку концентрацію нітратів, високу здатність до самоочищення, а також проявляють сезонну динаміку вмісту нітратів. Проте антропогенний тиск на поверхневі води зумовлює значне зростання концентрації нітрат-іонів, погіршення умов протікання процесів самоочищення, внаслідок чого нівелюється сезонна динаміка їх вмісту.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Брилинг И.А.* Нитратное загрязнение подземных вод удобрениями / И.А. Брилинг. — М., 1985. — 49 с. — (Гидрогеолог. и инж. геология: Обзор ВИЭМС).
2. Проблема забруднення доквілля нітратами: посібник / В.К. Пузік, В.І. Філон, М.К. Ключко, С.С. Шевченко. — Х.: ХНАУ, 2013. — 95 с.
3. *Фатеев А.И.* Локальный способ внесения удобрений. Почвенно-агрохимические аспекты / А.И. Фатеев. — Х., 2002. — 160 с.
4. *Носко Б.С.* Азотний режим ґрунтів і його трансформація в агросистемах / Б.С. Носко. — Х., 2013. — 130 с.
5. Нітратне забруднення поверхневих вод у Харківській області / С.В. Канівець, Л.Ю. Воронко, О.І. Чабовська, Л.М. Дерев'янка // Вісник Харківського нац. аграр. ун-ту ім. В.В. Докучаєва. — 2012. — № 3. — С. 225–228. — (Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство).
6. *Нечитайло Л.Я.* Аналіз сезонної динаміки змін рівня нітратів у водоймищах Прикарпаття та їх вплив на мікроелементний склад печінки та нирок експериментальних тварин / Л.Я. Нечитайло Г.М. Ерстенюк // Наук. вісник Ужгород. ун-ту. — 2011. — № 1 (25). — С. 102–106. — (Серія: Хімія).
7. *Лурье Ю.Ю.* Унифицированные методы анализа вод. — М.: Химия, 1973. — 376 с.
8. *Брилинг И.А.* Фильтрация в глинистых породах / И.А. Брилинг. — М., 1984. — 59 с. — (Гидрогеолог. и инж. геология: Обзор ВИЭМС).

REFERENCES

1. Briling I.A. (1985). *Nitratnoe zagryaznenie podzemnykh vod udobreniyami* [Nitrate contamination of groundwater by fertilizers]. *Gidrogeolog. i inzh. Geologiya* [Hydrogeology and Engineering Geology], Obzor VIEMS Publ., Moscow, 49 p. (*in Russian*).
 2. Puzik V.K., Filon V.I., Klochko M.K., Shevchenko S.S. (2013). *Problema zabrudnennia dovkillia nitratamy: posibnyk* [The problem of nitrates pollution: handbook]. Kharkiv: KhNAU Publ., 95 p. (*in Ukrainian*).
 3. Fateev A.I. (2002). *Lokalnyy sposob vneseniya udobreniy. Pochvenno-agrokhimicheskie aspekty* [The local method of fertilizer application. Soil-agrochemical aspects]. Kharkov, 160 p. (*in Ukrainian*).
 4. Nosko B.S. (2013). *Azotnyi rezhym gruntiv i yoho transformatsiia v ahrossystemakh* [Method of soil nitrogen and its transformation in igrosystems]. Kharkiv, 130 p. (*in Ukrainian*).
 5. Kanivets S.V., Voronko L.Yu., Chabovska O.I., Derevianko L.M. (2012). *Nitratne zabrudnennia poverkhnemykh vod u Kharkivskii oblasti* [Nitrate pollution of surface waters in the Kharkiv region]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho aharnoho universytetu im. V.V. Dokuchaieva (ser. «Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo»)* [Visnyk Kharkivskoho NAU im. V.V. Dokuchaieva], No. 3, p. 225–228 (*in Ukrainian*).
 6. Nechytailo L.Ya., Ersteniuk H.M. (2011). *Analiz sezonnoi dynamiky zmin rivnia nitrativ u vodiimyschakh Prykarpattia ta yikh vplyv na mikroelementnyi sklad pechinky ta nyrok eksperymentalnykh tvaryn* [The analysis of seasonal dynamics of changes in the level of nitrates in the Carpathians waters and their impact on trace element composition of the liver and kidneys of experimental animals]. *Nauk. visnyk Uzhgorod. un-tu (ser. Khimiia)* [Scientific Bulletin of the Uzhgorod University], No. 1 (25), p. 102–106 (*in Ukrainian*).
 7. Lurye Yu.Yu. (1973). *Unifitsirovanye metody analiza vod* [Standardizing methods of water analysis]. Moscow: Khimiya Publ., 376 p. (*in Russian*).
 8. Briling I.A. (1984). *Filratsiya v glinistikh porodakh* [Filtering in clay rocks]. *Gidrogeolog. i inzh. Geologiya*. Obzor VIEMS Publ., Moscow, 59 p. (*in Russian*).
-

ПРОСТРАНСТВЕННО-ЧАСОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОКОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ВОД р. УСТЬЯ

Н.А. Клименко, И.И. Залесский, О.А. Бедункова, А.Н. Клименко, С.Н. Глаз

Національний університет водного господарства та природокористування

Здійснено просторово-часове порівняння мікрокомпонентного складу поверхневих вод малої річки Устя на різних ділянках водотоку. Наразі у мікрокомпонентному складі вод переважають елементи, що є характерні для місцевого геохімічного фону. Встановлено, що у створах спостережень найвищим у поверхневих водах є вміст Mn, Ba, Ti, Cu, V (крім створів № 5, 6), а також Ag. Визначено, що чинник формування мікрокомпонентного спектра води змінився з поверхневого (1994 р.) на підземний стік (2014 р.). З'ясовано, що геохімічне навантаження поверхневих вод р. Устя лишається мінімальним упродовж 20 років, однак має помітні зміни на різних ділянках водотоку.

Ключові слова: *поверхневі води, мікрокомпоненти, геохімічне навантаження.*

Химический состав природных вод является функцией условий, создаваемых окружающей средой, в т.ч. и антропогенными факторами. Наиболее интенсивное антропогенное воздействие испытывают малые реки, поскольку принимают в себя основные объемы хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. При этом для малых рек свойственна слабая самоочищающаяся способность, незначительные расходы воды, недостаточная водность, медленная скорость течения, малая глубина, что в совокупности определяет неблагоприятные условия смешивания и разбавления загрязнений.

Все эти показатели находятся в тесном взаимодействии и для каждой реки проявляются по-разному. Именно поэтому для разработки решений по стабилизации качества воды малых рек необходимо знать направленность изменений в их микрокомпонентном составе во времени и пространстве.

Морфология долины малой речки Устья, находящейся в пределах Ровенского лессового плато, свидетельствует о сложной истории ее формирования и значительном влиянии экзогенных и эндогенных факторов. Конфигурация бассейна определяется геологией меловых пород и неотектоническими движениями [1].

Антропогенная нагрузка на бассейн речки определяется расположенными на ее берегах промышленными предприятиями Ровенского и Здолбуновского районов. Вдоль русла в пределах населенных пунктов отмечается бытовое загрязнение. Речка зарегулирована водохранилищами, в верхнем и нижнем ее течениях пойма мелиорирована. В летне-осеннюю и зимнюю межень в поверхностных водах понижается концентрация растворенного кислорода, ухудшаются условия разложения органических веществ, происходит их интенсивное накопление, а также возрастают концентрации азота, фосфора, различных металлов и хлорорганических соединений [2, 3].

Целью наших исследований был анализ пространственно-временных изменений микрокомпонентного состава поверхностных вод речки Устья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Согласно поставленной цели исследований, нами изучались микроэлементы, которые в процессах природной и техногенной геохимической миграции имеют разное экологическое значение. Во-первых, эти микроэлементы являются жизненно важными для нормального функционирования биоценозов (Mn, Cu), возможно жизненно важными (Ba, Ti, V, Cr, Ni) либо

не выясненной биологичности (Pb) [4]. Во-вторых, элементы имеют разную степень биологического накопления: среднее накопление (Pb, Ba, Ni, Mn, Cu, Ag), слабое и очень слабое (V, Li, Cd, Be, Cr) [5]. В-третьих, характеризуются разной интенсивностью миграции: в окислительных условиях — средняя миграция (Ba, Li, Ni, Cu), слабая и очень слабая миграция (Ti, Be); в восстановительных условиях — средняя миграция (Li), слабая и очень слабая миграция (Ti, V, Ni, Cu, Be) [6]. В то же время при техногенных процессах их влияние на биоценозы оценивается в пределах — от высокотоксичного (Cd, Ni) до нейтрального (Cu, Mn, Ba) [4].

При анализе микрокомпонентного состава поверхностных вод р. Устья использовали результаты собственных исследований за 1994 и 2014 годы. Отбор проб речной воды проводили согласно общим требованиям [7] в период летне-осенней межени в соответствующих контрольных створах речки (рис. 1).

Спектральный анализ сухих остатков проб воды проводили в сертифицированной лаборатории с точностью результатов V категории согласно СОУ 73.1-41-08.00.01: 2004. Размерности по содержанию элементов сводились к единой нормированной единице — мг/дм³.

Эколого-геохимическое состояние поверхностных вод оценивали по суммарному показателю загрязнения (СПЗ), который характеризует общую геохимическую нагрузку на объект исследований, что образуется в результате суммарного воздействия всех химических элементов [8], и рассчитывается как сумма превышения концентраций накапливающихся элементов (C_i) над их фоновым уровнем или ПДК (C_{ϕ}):

$$СПЗ = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{\phi}} / (n-1),$$

где n — количество проб.

В зависимости от значения СПЗ, эколого-геохимический фон среды оценивается

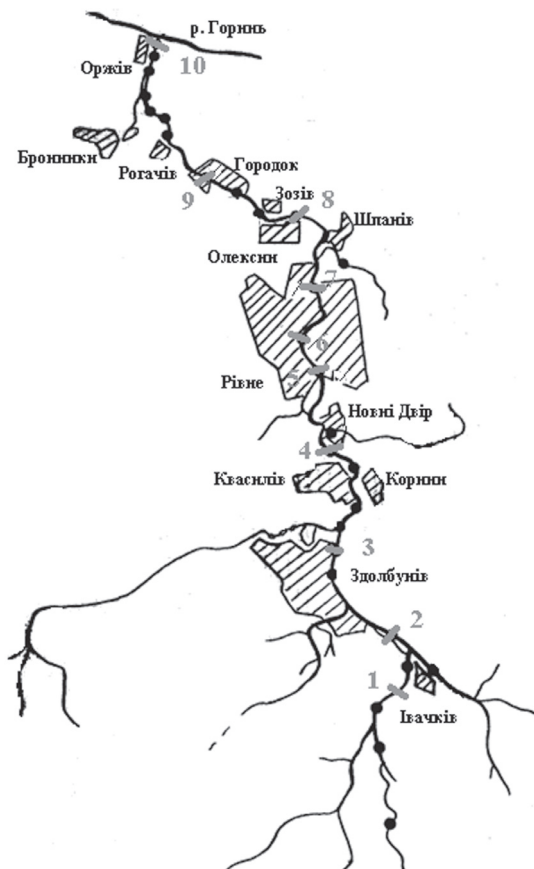


Рис. 1. Расположение контрольных створов на р. Устья: 1 — западная окраина хутора Ивачкив; 2 — вблизи моста в с. Миротын (шоссе «Миротын — Гай»); 3 — окраина г. Здолбунов; 4 — автомобильный мост между с. Новый Двор и пгт Квасилово; 5 — в черте г. Ровно (100 м ниже дамбы оз. Басов Кут); 6 — в черте г. Ровно (район центрального городского рынка; 7 — расширенный участок в черте г. Ровно (вблизи кафе «La Riva»); 8 — автомобильный мост между с. Б. Алексин и с. Хотын (северная окраина с. Б. Алексин); 9 — возле автомобильного моста в с. Городок (вдоль участка дороги «с. Городок — ЧАО «Азот»»); 10 — с. Оржев (0,1 км выше впадения в р. Горынь)

по следующим категориям загрязнения: минимальное — менее 8; слабое — 8–19; среднее — 20–32; сильное — 33–64; очень сильное — 65–128; максимальное — более 128.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В современных условиях химический состав поверхностных вод р. Устья существенно меняется на отдельных участках — четко выделяется часть водотока от истоков до сброса сточных вод очистных сооружений г. Ровно и часть, расположенная ниже сброса городских очистных сооружений до устья. Прежде всего, это различие обусловлено разницей в типах поверхностных вод.

На участке до сбросов городских очистных сооружений воды реки относятся к гидрокарбонатному типу со смешанным катионным составом: пресные, общая минерализация изменяется в незначительных пределах от 0,5 до 0,58 г/дм³, и только в правом притоке реки (в районе сёл Ивачкив и Копыткив) достигает значений 0,78 г/дм³, что, возможно, объясняется ее слабой проточностью и заилением. После сброса с городских очистных сооружений поверхностные воды р. Устья относятся к хлоридно-гидрокарбонатному типу и характеризуются несколько повышенной (на 0,1 г/дм³), по сравнению с вышеописанными, минерализацией. Кроме того, стабильно сохраняются повышенные концентрации соединений азота, о чем речь пойдет ниже. Воды имеют нейтральную реакцию (рН = 7,4–8,0) на всем протяжении реки, в пределах города реакция меняется на слабощелочную (рН = 8,48–8,62). Характеризуются как умеренно жесткие (2,8–6,0 мг-экв/дм³). Окисляемость составляет 2,2–5,8 мгО₂/дм³. Содержание общего железа изменяется в пределах 0,2–1,0 мг/дм³.

Среди анионов преимущественное значение имеет гидрокарбонат-ион, его содержание колеблется в пределах 330–340 мг/дм³ (среднее значение) на участке от истока до городских очистных сооружений (ГОС), после ГОС — 370–375 мг/дм³, что составляет от 80–87 до 68–77%экв.

Содержание сульфатов довольно устойчивое на всем протяжении реки, его среднее содержание составляет 30–35 мг/дм³, или 5–15%экв. На указанных участках имеет место значительное изменение со-

держания хлоридов: среднее содержание на истоке составляет 9,5 мг/дм³, в г. Здолбунов увеличивается до 16,1–23, от г. Здолбунов до ГОС г. Ровно — 31–35, после ГОС — 60–70 мг/дм³.

Катионный состав поверхностных вод соответствует водам фонового участка, то есть имеет смешанный состав с преобладанием ионов магния и кальция. Лишь в районе с. Новый Двор в составе поверхностных вод преобладают ионы натрия. Содержание ионов кальция изменяется в пределах 8–81 мг/дм³, магния — 16–66, натрия — 14–113 мг/дм³.

Степень загрязнения соединениями азота в водотоке различна. Так, в верхнем течении, в районах с интенсивным ведением сельского хозяйства (села Ивачкив, Вьюновщина, Корнин), концентрация ионов аммония достигает 1,5 мг/дм³, нитратов — 2,6–3,3, нитритов — 0,5 мг/дм³. В пределах урбанизированных территорий городов Здолбунов и Ровно наблюдается снижение содержания азотных соединений, что свидетельствует о процессе самоочищения вод, хотя в отдельные годы на данном участке водотока фиксируются повышенные значения веществ азотной группы. После ГОС заметно увеличиваются концентрации нитратов (3,3–6,6 мг/дм³), нитритов (0,9–1,2) и аммония (1,5–1,8 мг/дм³).

Результаты проведенного спектрального анализа сухих остатков проб воды представлены в виде поверхностных диаграмм на рисунке 2. Для упрощения визуального восприятия распределение микрокомпонентов, которые были идентифицированы в составе поверхностных вод реки, изображено в процентном соотношении.

Анализ диаграмм свидетельствует, что микрокомпонентный состав поверхностных вод в 1994 г. характеризовался большим разнообразием элементов по сравнению с 2014 г. На наш взгляд, это в значительной степени обусловлено поверхностным стоком с окружающих территорий, поскольку промышленный сектор региона до середины 90-х годов 20 века имел свою максимальную мощность. Так, на протяжении 1994 г. в поверхностных во-

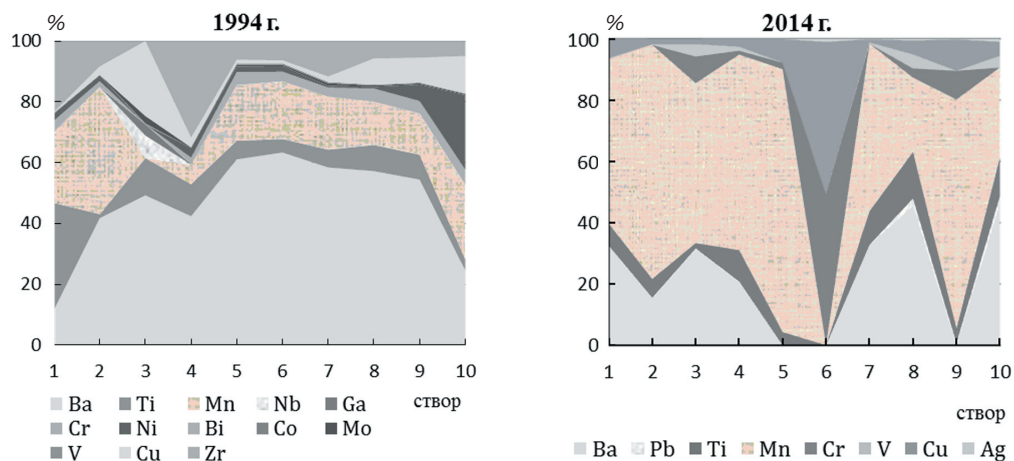


Рис. 2. Сравнительный анализ микрокомпонентного состава поверхностных вод р. Устья в контрольных створах наблюдений

дах наибольшее содержание сравнительно с остальными микрокомпонентами имел Ba — от 100 до 200 мкг/дм³ по створам наблюдений. Далее следовали: Mn — 30–200 мкг/дм³; Zr — 20–200; Ti — 5–30; Nb — 30 (только в створе № 3); Cu — 1,5–100, Ni — 1–100, Cr — 5–20; Ga — 1–15 (в створах № 1, 3, 4); Mo — 0,5–10; V — 0,7–1,5 (кроме створов № 2–4); Co — 0,7 и Bi — 0,5 мкг/дм³ (только в створе № 3).

Современный микрокомпонентный состав, очевидно, объясняется в первую очередь подземным стоком, поскольку среди микрокомпонентов преобладали именно характерные представители местного геохимического фона [9]. Так, в 2014 г. наибольшее содержание в поверхностных водах по створам наблюдений имели: Mn — 70–500 мкг/дм³; Ba — 80–180; Ti — 10–50; Cu — 5–35; V — 1–23; Pb — 1,5–8 (кроме створов № 5, 6) и Ag — 0,1–2,3 мкг/дм³.

Для получения непосредственной эколого-геохимической оценки состояния поверхностных вод р. Устья было проведено сравнение фактического содержания (C_i) к их фоновым значениям (C_f) (таблица).

Анализ таблицы позволяет утверждать, что в 1994 г. кратность превышения фоновых значений была самой высокой по Ni, что в среднем для речки составляло 22,5 раза с колебанием по створам от 0,2 (№ 8)

до 133,3 раза (№ 10). Несколько меньшую кратность превышения имели такие микрокомпоненты, как Ti, Mn и Li, что в среднем для речки составляет 14,4, 8,2 и 8,7 раза соответственно. Далее следовали Ba, Cr и Cu, соответственно — 4,9, 4,9 и 1,9 раза в среднем по створам. Кратность превышения была наименьшей для V и Ag, соответственно — 0,5 и 0,6 раза.

В 2014 г. кратность превышения фоновых значений была самой высокой по Cr, что в среднем для речки составляло 10,9 раза с колебанием по створам от 1,6 (№ 5) до 13 раз (№ 3). Далее шли Mn, Li, Ni и Ba, соответственно — 8,8, 7,5, 7,3 и 5,7 раза в среднем по речке. Несколько меньшую кратность превышения фоновых значений имели такие элементы, как Ti, V, Ag и Cu, соответственно — 4,7, 2, 1,7 и 1,3 раза. Наименьшим оказалось соотношение фактических и фоновых значений для Pb — 0,5 и Cd — 0,22 раза.

На рисунке 3 отражено сравнение рассчитанных СПЗ для контрольных створов за оба периода наблюдений.

Анализ диаграммы показывает, что в 1994 г. общая геохимическая нагрузка по СПЗ была заметна уже в первом створе, который находится у истоков речки. Далее по течению геохимическая нагрузка несколько понижалась, а затем снова повышалась —

Значения соотношений фактического содержания компонентов в поверхностных водах р. Устья к их фоновым значениям, C_i/C_{ϕ}^*

Створ	Год	Микрокомпоненты										
		Ba	Pb	Ti	Mn	Cr	Ni	V	Cu	Ag	Li	Cd
1	1994	3,89	–	120,3	77,3	7,8	8	0,6	0,6	–	11,7	–
	2014	7	0,2	5,33	14,14	–	2,67	1,78	2	0,4	13	–
2	1994	6,89	–	0,75	8,4	7,8	11,7	–	0,7	–	–	–
	2014	4,6	0,23	6	28,04	–	1,67	2,56	0,79	0,23	15,3	0,04
3	1994	5,22	–	4,3	–	–	–	–	3,7	1,33	–	–
	2014	4,7	0,13	0,87	9,5	13	20	1,78	0,37	0,13	7	1,14
4	1994	7,25	–	5,8	1,3	3,6	18	–	9	–	6	–
	2014	2,9	0,17	4,67	10,98	1,8	6	2	0,51	0,2	1,8	–
5	1994	4	–	1	1,3	0,15	3,33	0,33	0,1	–	–	–
	2014	–	–	1,03	7,56	1,6	–	1	0,8	0,17	1,57	–
6	1994	4	–	0,8	1,3	1,6	0,33	–	0,1	–	–	–
	2014	–	–	–	–	1,7	–	1,89	0,24	0,1	1,67	–
7	1994	4	–	1	1,3	1,7	1	–	0,1	–	–	–
	2014	4,8	–	5,33	9,88	–	0,2	1,44	0,23	0,53	1,6	0,04
8	1994	5,3	–	4	2,4	6	0,2	0,6	1,7	0,4	9,33	–
	2014	5,9	1,03	6,67	3,78	3,9	19,67	5,22	0,84	2,37	1,97	0,04
9	1994	5,3	–	4	2,4	6	26,6	0,6	1,7	0,12	7,3	–
	2014	–	0,23	1,47	8,54	8,8	–	2	1,37	0,5	2,93	–
10	1994	3,9	–	2	4,9	9	133,3	0,44	1,9	0,53	9,33	–
	2014	4,4	0,8	4,0	3,4	–	12	2,22	0,63	3,07	2	0,22

Примечание: *фоновые значения приняты для речных вод согласно данным исследований [10].

после Здолбуновского промышленного узла (створ № 4). В пределах г. Ровно (створы № 5–7) геохимическая нагрузка характеризовалась меньшей интенсивностью, но после сбросов ГОС (створ № 8) ощутимо возрастала, а в пределах устья реки (створ № 10) была самой высокой.

В 2014 г. наивысшая геохимическая нагрузка по СПЗ имела место для верхнего течения (створы № 1–3). В среднем течении, в пределах г. Ровно (створы № 5–7), значение СПЗ заметно снижалось. Очевидно, этому способствовали

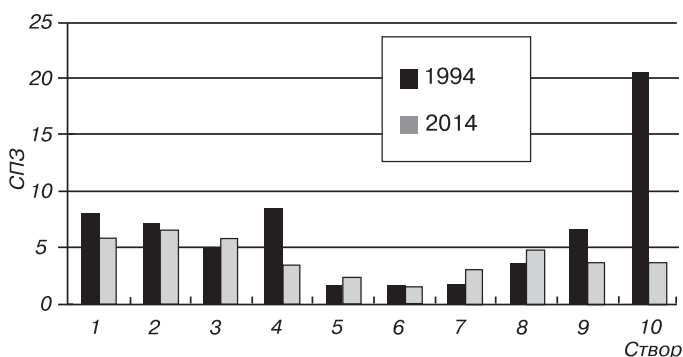


Рис. 3. Сравнительный анализ суммарных показателей загрязнения р. Устья элементами микрокомпонентного состава поверхностных вод по створам наблюдений

процессы самоочищения поверхностных вод в пределах Басовкутского водохрани-

лища, расположенного на входе речки в г. Ровно. После городских очистных сооружений (створ № 8) показатель СПЗ снова увеличивался, а далее по течению, в устье речки (створ № 10), был самым низким.

Средние для речки значения СПЗ уменьшились с 6,5 в 1994 г. — до 4,7 в 2014 г., что в обоих случаях свидетельствовало о минимальной геохимической нагрузке.

ВЫВОДЫ

Сравнение микрокомпонентного состава поверхностных вод р. Устья позволило предположить, что фактор формирования его спектра изменился с поверхностного

стока в 1994 г. на подземный сток в 2014 г. Геохимическая нагрузка поверхностных вод достигала в верхнем течении уровня «слабая» в оба периода наблюдений, в нижнем течении — уровня «средняя» в 1994 г. и уровня «слабая» — в 2014 г. Однако, в целом для речки, геохимическая нагрузка остается «минимальной» на протяжении 20 лет.

Полученные результаты могут быть использованы при оценках общего экологического состояния р. Устья в условиях современной антропогенной нагрузки, а также при планировании мероприятий по защите поверхностных вод от загрязнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Коротун І.М.* Географія Рівненської області / І.М. Коротун, Л.К. Коротун. — Рівне, 1996. — 273 с.
2. *Клименко М.О.* Екогеохімічний стан донних відкладів р. Устя / М.О. Клименко, І.І. Залеський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2010. — № 18. — С. 187–191.
3. *Бедункова О.О.* Аналіз еколого-токсикологічних характеристик поверхневих вод річок Рівненщини / О.О. Бедункова // Матер. Міжнар. науково-практ. інтернет-конференції «Екологія — основа збалансованого природокористування в агропромисловому виробництві» (Полтава, 10–11 грудня 2013 р.). — Полтава, 2013. — С. 22–26.
4. *Филенко О.Ф.* Основы водной токсикологии / О.Ф. Филенко, И.В. Михеева. — М.: Колос, 2007. — 144 с.
5. *Метелев В.В.* Водная токсикология / В.В. Метелев, А.И. Канаев, Н.Г. Дзасохова. — М.: Колос, 1971. — 247 с.
6. *Перельман А.И.* Геохимия: Учеб. Пособие для геолог. спец. ун-тов / А.И. Перельман. — М.: Высш. школа, 1979. — 423 с.
7. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков: ГОСТ 17.1.5.05-85. — М.: Госстандарт, 1986. — 23 с.
8. *Саєт Ю.Є.* Методическіе рекомендації по геохімічеській оцінці стану поверхневих вод / Ю.Є. Саєт, Е.П. Янин. — М.: ИМГРЭ, 1985. — 48 с.
9. *Залеський І.І.* Звіт по темі: «Дослідження забруднення важкими металами ґрунтів басейну р. Устя» [Фонди Рівненської ГРЕ]. — Рівне, 1994. — 118 с.
10. *Livingstone D.A.* Chemical composition of rivers and lakes. U. S. / D.A. Livingstone. — Washington, 1963. — 64 p.

REFERENCES

1. Korotun I.M., Korotun L.K. (1996). *Heohrafiia Rivnenskoï oblasti* [Location of Rivne region]. Rivne, 273 p. (in Ukrainian).
2. Klymenko M.O., Zalesky I.I. (2010). *Ekoheokhimichnyi stan donnykh vidkladiv r. Ustia* [Eco-geochemical condition of bottom sediments of the Ustia river]. *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolojiia* [Hydrology, hydrochemistry and hydroecology]. Kyiv, no. 18, p. 187–191 (in Ukrainian).
3. Biedunkova O.O. (2013). *Analiz ekoloho-toksykologichnykh kharakterystyk poverkhnevnykh vod richok Rivnenshchyny* [Analysis of ecological and toxicological characteristics of surface waters of rivers in Rivne region]. *Proceedings of the Ekolojiia — osnova zbalansovanoho pryrodokorystuvannia v ahropromyslovomu vyrobnytstvi* [Ecology — the basis of sustainable environmental management in agricultural production]. Poltava, pp. 22–26 (in Ukrainian).
4. Filenko O.F., Mikheeva I.V. (2007). *Osnovy vodnoy toksikologi* [Fundamentals of aquatic toxicologists]. Moscow: Kolos Publ., 144 p. (in Russian).
5. Metelev V.V., Kanaev A.I., Dzasokhova N.G. (1971). *Vodnaya toksikologiya* [Aquatic toxicology]. Moscow: Kolos Publ., 247 p. (in Russian).
6. Perelman A.I. (1979). *Geokhimiya: Ucheb. Posobie dlya geolog. spets. un-tov* [Geochemistry: a manual guidebook for geological specialty of universities]. Moscow: Vyssh. Shkola Publ., 423 p. (in Russian).
7. GOST 17.1.5.05-85. *Okhrana prirody. Gidrosfera. Obshchie trebovaniya k otboru prob poverkhnostnykh i morskikh vod, lda i atmosferykh osadkov* [State Standart 17.1.5.05-85. The Nature Conservancy. Hydrosphere. Gene-

- ral requirements for sampling of surface and sea waters, ice and atmospheric precipitation]. Moscow: Gosstandart Publ., 1986, 23 p. (in Russian).
8. Saet Yu.Ye., Yanin Ye.P. (1985). *Metodicheskie rekomendatsii po geokhimeskoy otsenke sostoyaniya poverkhnostnykh vod* [Guidelines for the geochemical assessment of surface water]. Moscow: IMGRE Publ., 48 p. (in Russian).
 9. Zaleskyi I.I. (1994). *Zvit po temi: «Doslidzhennia zabrudnennia vazhkymy metalamy hruntiv baseinu r. Ustia». Fondy Rivnenskoï HRE* [Report on the theme: «Research heavy metal pollution of soil basin of the river Ustya»]. Rivne, 118 p. (in Ukrainian).
 10. Livingstone D.A. (1963). Chemical composition of rivers and lakes. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 440-G, Washington, 64 p. (in USA).

УДК 504.05:34,9.45

ГІДРОЛОГІЧНИЙ СТАН І СЕЗОННА МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ВОД Р. МЕРТВОВІД

Ю.О. Христич, І.В. Наконечний

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

Встановлено, що проблему водного дефіциту для населених пунктів у долині р. Мертвовід зумовлено значною мінералізацією річкової води, сезонні зміни показників якої мають виражений вплив на якість підземних вод приповерхневого горизонту у щелебно-піщаних пластах. Достовірного впливу річкових вод на геохімічний стан і дебіт води із глибоких горизонтів у тріщинуватих гранітах і гнейсах не виявлено. Обґрунтовано, що їх якості загрожує побудова приватних свердловин, які відкривають стік високомінералізованих приповерхневих вод до основних горизонтів.

Ключові слова: р. Мертвовід, мінералізація поверхневого стоку, підземні води, водоносні горизонти, Південний Буг.

Одним із лівих приток Південного Бугу на території Миколаївської обл. є р. Мертвовід, що бере початок у Кіровоградській обл. і має протяжність 114 км. Долина річки, переважно, трапецієподібна — місцями близько 3 км завширшки та 40–50 м завглибшки. Ширина заплави вузька — 200–300 м, і лише в пониззі сягає 1–1,5 км. Річище звивисте, його пересічна ширина у нижній течії досягає 20 м, у верхній — близько 2 м. Середній рівень похилу річки становить 1,8 м/км, що сприяє доволі стрімкій течії [1].

Ще давньогрецький історик Геродот детально описав географію, ландшафт і гідрологію Північного Причорномор'я, де йдеться про те, що в р. Гіпаніс (Південний Буг) зліва впадає притока Екзампей (Мертвовід), або Священні шляхи, вода якої настільки гірка, що робить непридат-

ною до споживання навіть бузьку воду [2]. Вірогіднішим є дослівний переклад назви Екзампей — «мертва вода» (з іранської підгрупи мов), що тотожне сучасній назві річки [3].

Вода р. Мертвовід характеризується підвищеною жорсткістю і мінералізацією, жорсткість в середньому становить 19,1 мг-екв/дм³ (ГДК = 7,0 мг-екв/дм³), а сухий залишок — 2500 мг/дм³ (ГДК = 1000 мг/дм³); доволі гірка на смак, що зумовлено значним умістом сполук магнію, які надходять із давніх порід виверження, що формують ложе ріки; також містить значну частку заліза, натрію, марганцю, хрому, молібдену, джерелами яких слугують вулканічні породи Українського кристалічного щита. Упродовж мільйонів років р. Мертвовід утворила порожисте річище, що місцями протікає серед високих (близько 40–50 м) скелястих каньйонів. Річку живлять 148

© Ю.О. Христич, І.В. Наконечний, 2015

малих водотоків (загальна довжина 565 км, що охоплюють 1820 км² водозбірного басейну [4]. Розвинений карст та потужні глиняні шари меотісу зумовлюють високу кальцинацію поверхневого стоку, що живить річку. Через таку негативну гідрохімічну специфіку води р. Мертвовід завжди були не придатними для питних потреб, що здавна стримувало господарче освоєння навколишніх територій [5].

Дефіцит прісної води найбільше позначився на смт Братському, розташованому у середній течії р. Мертвовід, що, окрім кількох глибоких свердловин, не має жодних інших джерел питної води. Цю проблему намагалися розв'язати завдяки подачі бузької води через 50-кілометровий водогін з м. Вознесенська, що функціонував у 70–80-х роках минулого століття. Також були спроби використання прісного дощового стоку, який деякий час утримувався на поверхні щільних вод Мертвоводу, але тривалі посухи останніх років засвідчили про безальтернативність підземних джерел водопостачання. На жаль, через сезонне припинення живлення підземних горизонтів фільтрацією води з р. Мертвовід ці джерела швидко втрачають обсяги дебіту, а рівні мінералізації води в них помітно зростають.

Метою досліджень стало вивчення сезонної динаміки рівня мінералізації води р. Мертвовід у зоні смт Братське як можливого чинника впливу на стан підземних вод.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

За базові матеріали були використані результати власних польових, гідрологічних та гідрохімічних досліджень. Додатково було проаналізовано документальні і паспортні дані артезіанських свердловин, схеми водоводів, організаційну документацію різних установ. Також були використані ретроспективні матеріали: архівні, звітні, літературні.

Проведені у 2014 р. дослідження були комплексними, з використанням загально-гідрологічних та гідрохімічних методів. Особливості тематики зумовили переваж-

не значення лабораторних методів досліджень, що ґрунтуються на стандартних, загальноприйнятих методиках. Всього було відібрано 56 проб води для дослідження в умовах практичних лабораторій та лабораторії кафедри екології МНУ ім. В.О. Сухомлинського. Якісні параметри води зі свердловин комунального підприємства «Братський водоканал» за аналогічний період оцінювали за результатами проведених поточних контрольних замірів лабораторією Вознесенської СЕС.

Загалом, робота мала спрямування на пошук доволі загальних (грубих) залежностей, які не потребують детальних вибірок. Потім отримані результати обліку екстраполювали на територію однорідних біотопів долини р. Мертвовід.

Результати досліджень та аналітичних узагальнень порівнювали з ретроспективними (звітними та літературними) даними, що дало змогу встановити основні закономірності змін екологічних, гідрологічних та гідрохімічних параметрів досліджуваної водойми.

Цифровий матеріал обробляли автоматизовано на персональному комп'ютері з допомогою пакета програм Excel-2010 (Статистика). Додатково здійснювали деякі комп'ютерні розрахунки на основі кореляційного, дисперсного, факторного та кластерного аналізів з допомогою пакета програм Excel-2010 (Аналіз).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Басейн р. Мертвовід (рис. 1) розміщується на південних схилах Українського кристалічного щита і відноситься до лісостепової зони, сучасна територія якої має специфічний агроландшафт з рослинними угрупованнями змішаного типу.

Води річки, особливо у її верхній течії, значно насичені мінеральними сполуками, а під час паводків — органічними речовинами та детритом. Наявність мінеральних домішок зумовлено специфікою дна та берегів річища, що на відстані майже в 100 км розташоване на відрогах Українського кристалічного щита і тому містить потужні гранітні та розвинені шари осадо-

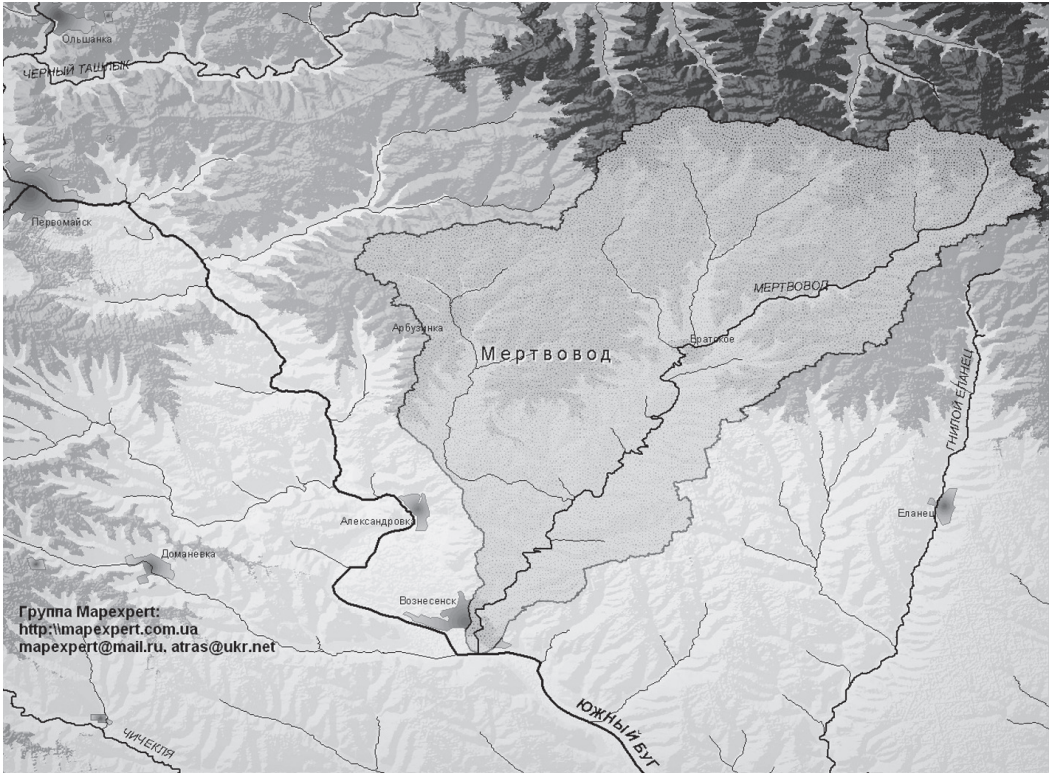


Рис. 1. Басейн р. Мертвовід [6]

вих порід. Унаслідок впливу останніх підземно-гідрологічні особливості басейнової зони доволі складні, що зумовлено специфікою водотривких шарів та пересічними (93–265 м) висотами місцевості. Найближче до поверхні ґрунтові води підходять на схилах, дні балок і долин, але здебільшого такі води значно мінералізовані (1500–2700 мг/дм³) [7].

Унаслідок антропогенної деструкції долинних екосистем випаровуваність води стала переважати її надходження, а різке зменшення стоку на фоні оранки берегів зумовило швидке замулення річища. Ще з середини минулого століття р. Мертвовід перетворилася на сезонно існуючий водотік [8], що на фоні інтенсифікації використання підземних вод спричинило загострення негативних змін гідрологічного режиму більшості свердловин прилеглої території. Це свідчить про можливу залежність стану

підземних вод від річкового стоку та рівня мінералізації останнього і потребує відповідного лабораторного моніторингу проб води з р. Мертвовід у створі смт Братське (рис. 2).

Рівні мінералізації води упродовж 2014 р. демонструють динаміку, що мало залежить від сезонно-кліматичних закономірностей, типових для більшості малих річок України [9]. Так, найменша мінералізація спостерігалася у лютому, коли річка в умовах часткового призупинення течії була скована льодовим покривом. Тому вірогіднішим було зростання мінералізації внаслідок обмеження поверхневого стоку.

Навесні, майже за повної відсутності опадів, живлення річки відбувалося винятково завдяки незначному надходженню води з верхів'я, що всупереч очікуванням супроводжувалось відчутним зростанням мінералізації. У травні – липні, на фоні

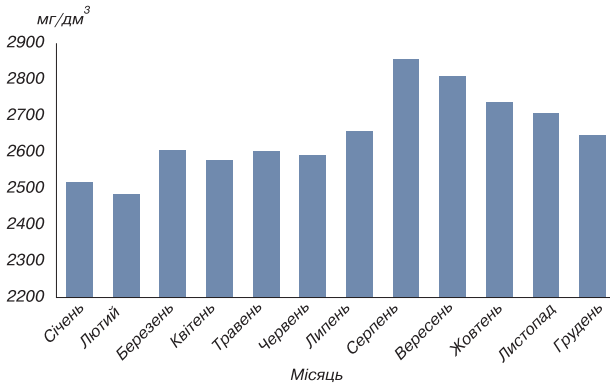


Рис. 2. Сезонна динаміка мінералізації води р. Мертвовід (у створі смт Братське) за 2014 р.

доволі інтенсивних опадів та значного поверхневого стоку, показники мінералізації не мали значних змін, але набули тенденції до зростання. Саме у серпні — вересні в умовах призупинення течії показники мінералізації води сягнули максимального рівня, що співпало з очікуваною фазою його динаміки. Порівняно високі показники мінералізації утримувались майже до грудня, коли внаслідок раннього снігопаду відновилась проточність водотоку.

Отримані результати моніторингу сезонної мінералізації води р. Мертвовід у створі смт Братське свідчать про значну залежність цієї ділянки від руслового живлення з верхів'я та живлення з підземних водомістких порід. Найвірогідніше, основний обсяг мінерального забруднення води зумовлено вимиванням мінеральних сполук із осадових та вивержених порід у верхніх ділянках річки (та її притоки). Саме внаслідок інтенсивності течії (під час збільшення поверхневого і підземного стоків у верхів'ях) спостерігається зростання мінералізації води в середній частині річки — у створі смт Братське. Обмеження надходження води у зимовий період з верхів'я супроводжується помітним зменшенням рівня її мінералізації.

Натомість, повна відсутність течії на фоні високих літньо-осінніх температур спричиняє зростання концентрації солей, що свідчить про їх змішану, гідрологічно-

кліматичну природу. Поряд із тим за повної відсутності течії та інтенсивного випаровування сам факт утримання мінімального рівня води в річищі уздовж смт Братське, безперечно, вказує на роль підземного водно-мінералізованого живлення цієї ділянки. Вірогідно, що рівні мінералізації місцевих підземних вод, які розріджуються в річкової долині, дещо нижчі (близько 2000 мг/дм³), ніж рівні річкового стоку з верхів'я (2500–2600 мг/дм³), але, загалом, їх суміш у водоймі нівелюється кліматичним чинником.

Підземні води у зоні смт Братське різняться за генезисом, гідрохімічною характеристикою і розташуванням щодо глибин залягання.

Із майже 30 розвідувальних водних свердловин нині в експлуатації перебуває лише дві (№ 1 і 2) із чотирьох, розташованих у с. Антонове, та свердловини 309Г (смт Братське) і 396Г (с. Зелений яр). Водоносні поля розміщуються в місцевості з пересічними висотами від +80,1 до +116,3 м і переважають на території балки лівої притоки Мертвоводу (рис. 3).

Всі діючі свердловини забезпечуються водою з гранітних горизонтів на глибині не менше ніж 50–55 м, які містять водовмісні породи AR-PR — багатошарові (1–1,5-метрові) тріщинуваті кристалічні товщі, розділені осадовими породами. Над ними (з інтервалом 10–35 м) розміщуються дрібнозернисті глинисті піски, які відділяють тріщинуваті кристалічні горні породи від поверхневих світло-коричневих суглинків неогенового віку, потужністю 5–10 м.

Загальний геологічний профіль зони свердловини 309Г (глибина 65,7 м) та 396Г (99,2 м) також пов'язані з водомісткими тріщинуватими породами кристалічної природи (біотитові гнейси архею-протерозою). Останні мають дрібно-шарову структуру і розміщуються в інтервалах від 37,0–42,5 до 49,0–53,0 м — у свердловині 309Г. Щодо свердловини 396Г, водоносні граніти залягають на глибині 64,0–95,5 м

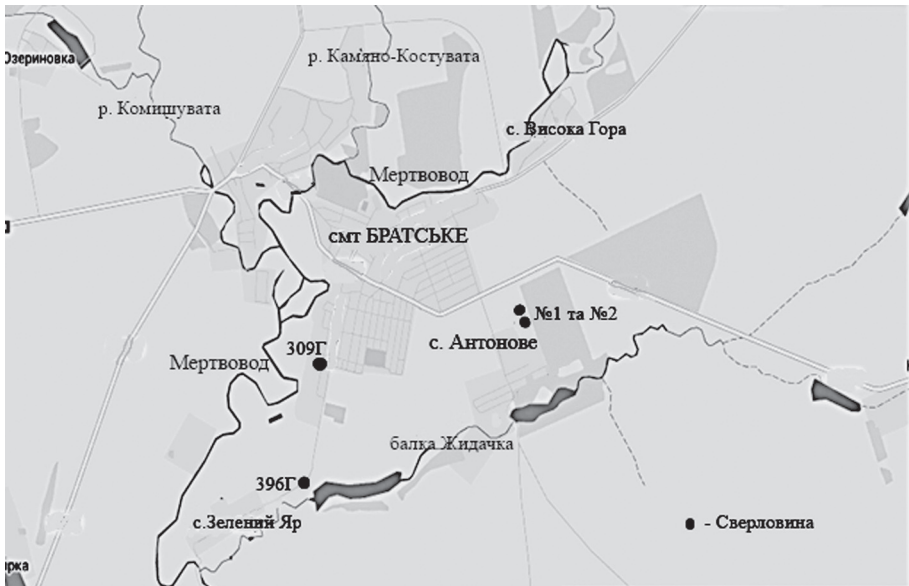


Рис. 3. Розміщення свердловин водопостачання смт Братське

(інтервали 64,0–65,0, 74,0–76,0, 81,0–82,0, 83,0–84,0, 90,0–91,0, 94,0–95,5 м). В обох свердловинах найбільші інтенсивно-тріщинуваті прошарки граніту розміщуються в інтервалі 37,0–42,5 м і перекриті корою вивітрювання щербистого типу.

Така геологічна структура забезпечує ізоляцію водоносних порід від проникнення поверхневих вод шаром водостійких глин і суглинків (5–10–30 м), але гіркувато-солонна вода в розташованих поблизу свердловин криницях (глибиною до 9 м) свідчить про залягання приповерхневих вод в інтервалі глибин до 10 м. Сезонні зміни їх рівня також свідчать про метеогенне походження, а також про залежність від поверхневої фільтрації (у т.ч. з р. Мертвовід) за наявності резервації вод між глинами пластів та глинистими пісками. Останні є доволі водопроникними і здатними спричинити зростання мінералізації та жорсткості глибинних вод.

Для вирішення питання щодо можливої взаємозалежності між обсягами поверхневого і річкового стоків та рівнями мінералізації поверхневих і підземних вод були виконані аналітичні узагальнення власних результатів лабораторних конт-

ролів проб води (за 2014 р.) з відповідних джерел водопостачання. Всього для сезонного (щомісячного) контролю щодо рівня мінералізації відбирали проби води з річки, ставка, криниць і свердловин. Для порівняння були використані звітні дані планового моніторингу свердловин державними лабораторіями (таблиця).

Показники мінералізації води із свердловин є типовими для всієї гідрогеологічної області тріщинних і пластово-порових вод Українського кристалічного щита на глибині 60–70 м. Типовим є і розташування водоносних горизонтів у прошарках тріщинуватих кристалічних та метаморфічних порід докембрію і продуктів їх вивітрювання з незначною товщею осадочних відкладів крейди, палеогену, неогену і антропогену. Такі товщі доволі ефективно ізолюють гранітні водоносні горизонти від впливу високомінералізованих річних вод, тому показники мінералізації води з досліджених свердловин не демонструють помітних сезонних змін.

Відповідно до довірчих інтервалів похибки методу, існуючі відмінності цих показників у сезонному розрізі є статистично недостовірними. Можливо, у довготрива-

**Сезонні показники мінералізації (мг/дм³) проб води з різних об'єктів
у зоні смт Братське за 2014 р.**

Тип джерела, місце розташування	За місяцями року												
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Середнє за рік
Свердловина, с. Антонове	1058	1053	1061	1061	1074	1067	1065	1071	1078	1074	1087	1077	1070
Свердловина 396Г, смт Братське	812	825	972	826	828	817	918	833	825	818	815	819	820
Свердловина 309Г, с. Зелений Яр	902	908	895	883	886	890	897	891	904	911	905	902	896
Криниця, с. Антонове	2010	2047	2072	2088	1820	1808	1802	1847	2009	2057	2105	2056	1977
Криниця, с. Зелений Яр	1417	1470	1435	1489	1307	1283	1254	1311	1408	1429	1480	1470	1289
Ставок	1230	1170	1130	1308	919	1015	1087	1180	1282	1290	1304	1163	1173
р. Мертвовід	2520	2483	2608	2578	2605	2594	2660	2854	2812	2738	2709	2647	2650
Опади, мм	39,4	12,1	18,0	17,0	74,6	62,1	51,1	10,0	15,0	24,7	23,5	40,0	387,5

лому вимірі такі залежності і виправдані, але взаємозв'язок між поверхневими і підземними водами глибоких горизонтів є опосередкованим через їх резервуари між пластами порід, які «пом'якшують» зміни мінералізації.

Загальна жорсткість води з усіх чотирьох свердловин становить 10–11 мг-екв/л і має гіркувато-солонуватий присмак. Останній зумовлено значним умістом магнію (34,0 мг/л), хлоридів (163,3), сульфатів (243,6) і кальцію (183,3 мг/л). За показниками гідрохімічного складу вода свердловин, загалом, відповідає вимогам ГДК, за винятком свердловин № 1 і 2, де спостерігається незначне перевищення межі її допустимої мінералізації (1000 мг/л). Вода з криниць, ставка та р. Мертвовід за основними показниками та мінералізацією в 1,5–2,5 рази перевищує межі ГДК.

Із перелічених об'єктів найменший рівень мінералізації має вода з нижнього ставка Жидачівської балки, що цілком закономірно для відкритої водойми з гли-

нистим дном, яка поповнюється винятково завдяки поверхневому стоку. Відповідно і динаміка мінералізації ставкової води має аналогії зі щомісячними рівнями опадів, сягаючи найнижчих показників під час дощів та максимуму — в період тривалого посухи. Стійке утримання порівняно низьких рівнів мінералізації ставкової води, навіть за різких змін рівня водного дзеркала впродовж року, свідчить про відсутність впливу на цю водойму підземних високомінералізованих вод.

Деяко менше виражена залежність і від рівня опадів показників мінералізації води з криниць, розташованих на ділянках з істотними перепадами висот (+80,1 та +116,3 м). Обидві криниці облаштовані в глинистій товщі на глибині 8–9 м. Живляться вони пластовими водами, накопиченими завдяки поверхневій фільтрації та, частково, мінералізованим водам із гранітно-осадових горизонтів. За відсутності останніх залишається не з'ясованим походження їх високої жорсткості на фоні аналогічної динаміки

сезонних змін мінералізації поверхневих і криничних вод. За всіма ознаками цілком закономірним буде твердження про змішаний (поверхнево-підземний) тип живлення обстежених криниць.

ВИСНОВКИ

Територіальне розташування смт Братське та навколишніх населених пунктів, геологічна специфіка місцевості та гідрохімічні особливості води з наявних свердловин свідчать про відсутність поверхневих та підземних джерел постачання якісної питної води, що потребує нагального пошуку альтернативних, наприклад з Вознесенського артезіанського басейну.

Достовірної взаємозалежності рівня мінералізації підземних вод із гранітних горизонтів від обсягів та гідрохімічної структури поверхнево-стокових вод долини р. Мертвовід не підтверджено.

Встановлено змішаний поверхнево-підземний тип живлення криниць, розташованих на межі антропогенних товщ глини і суглинків.

Сезонна динаміка змін мінералізації вод р. Мертвовід проявляє достовірну залежність одночасно від кількох чинників: сезонних обсягів високого рівня мінералізації надходження води з верхніх ділянок течії; сезонних обсягів метеогенного прісноводного поверхневого стоку; обсягів розрядження в межах долини гранітно-щебеністих водоносних горизонтів з глибинами залягання 35–65,5 м.

Визначення місць розташувань основних джерел та наукове обґрунтування подальших шляхів забруднення глибинних водоносних горизонтів сполуками магнію та хлоридами для всієї зони середньої течії р. Мертвовід стануть предметом наших подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гребін В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребін. — К.: Ніка-центр, 2010. — 316 с.
2. Геродот. Всесвітня історія. — Т. 4: Мельпомена / Геродот. — К.: Наукова думка, 1999. — 417 с.
3. Гидрогеология СССР. — Т. V: Украинская ССР / УкрНИГРИ; под ред. Ф.А. Руденко. — М.: Недра, 1971. — 614 с.
4. Подземные воды карстовых платформенных областей юга Украины / А.В. Лушник, В.И. Морозов, В.П. Мелешин. — К.: Наукова думка, 1981. — 200 с.
5. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: монография / Н.С. Лобода. — Одесса: Экология, 2005. — 208 с.
6. Цифровая модель рельефа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://mapexpert.com.ua>
7. Воскресенский К.П. Норма и изменчивость годового стока рек СССР / К.П. Воскресенский. — Л.: Гидрометеониздат, 1967. — 546 с.
8. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2010 році / Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Миколаївській області. — Миколаїв, 2011. — 188 с.
9. Чумаченко Г.К. Оцінка якості води річки Мертвовід як однієї з приток Південного Бугу / Г.К. Чумаченко, Г.Г. Трохименко // V Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екології та енергозбереження в суднобудуванні». — Миколаїв, 2013. — С. 76.

REFERENCES

1. Hrebin V.V. (2010). *Suchasnyi vodnyi rezhym richok Ukrainy (landshaftno-hidrolohichnyi analiz)* [The current water regime of rivers Ukraine (landscape-hydrological analysis)]. Kyiv: Nika-tsentr Publ., 316 p. (*in Ukrainian*).
2. Herodot (1999). *Vsesvitnia istoriia: Melpomena* [World History]. Kyiv: Naukova dumka Publ., Vol. 4, 417 p. (*in Ukrainian*).
3. Rudenko F.A. (1971). *Gidrogeologiya SSR* [Hydrogeology of the USSR]. Moskva: Nedra Ukrainskaya SSR UkrNIGRI Publ., Vol. 5, 614 p. (*in Russian*).
4. Lushik A.V., Morozov V.I., Meleshin V.P. (1981). *Podzemnye vody karstovykh platformennykh olastei yuga Ukrainy* [Groundwater karstic of the platform regions of the southern Ukraine]. Kiev: Scientific thought Publ., 200 p. (*in Ukrainian*).
5. Loboda N.S. (2005). *Raschety i obobshcheniya kharakteristik godovogo stoka rek Ukrainy v usloviyakh antropogenogo vliyaniya: monografiya* [Calculations and summarizing the characteristics of an annual drain of the rivers of Ukraine in the conditions of anthropogenic influence: monograph]. Odessa: Ekologiya Publ., 208 p. (*in Ukrainian*).
6. Digital terrain model [Electronic resource], available at: <http://mapexpert.com.ua/> (*in Ukrainian*).

7. Boskresenskiy K.P. (1967). *Norma i izmenchivost godovogo stoka rek SSSR* [The rate and variability of annual runoff of rivers in the USSR]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 546 p. (in Russian).
8. Report. *Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Mykolaivskii oblasti u 2010 rotsi* [A regional report on the state of the environment in the Mykolaiv region in 2010]. Derzhavne upravlinnia okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Mykolaivskii oblasti [State Department of Environmental Protection in the Mykolaiv region]. Mykolaiv, 2011, 188 p. (in Ukrainian).
9. Chumachenko H.K., Trokhymenko H.H. (2013). *Otsinka yakosti vody richky Mertvovod yak odniiei z prytok Pivdennoho Buhu* [Evaluation of water quality of the River Mertvovod as one of the tributaries of the Southern Bug]. V Mizhnarodna naukovu-tekhnichna konferentsiia «Problemy ekolohii ta enerhozberezhennia v sudnobuduvanni» [Proceedings of international scientific conference: «Problems of Environment and Energy in shipbuilding»]. Mykolaiv, p. 76 (in Ukrainian).

УДК 616+631.95:631.445.2/4+633

ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ Cd, Zn, Cu, Pb, Co, Ni ПО ПОЛЯРНОСТИ ИХ ДИТИЗОНАТОВ И ПОКАЗАТЕЛЮ LD₅₀

Н.О. Рыженко, В.Н. Кавецкий

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

Фітотоксичність важких металів (Cd, Cu, Pb, Zn, Co, Ni) запропоновано характеризувати за показником LD₅₀, а фізико-хімічні властивості — відповідно за величиною полярності їх дитизонатів. Виявлено тісний зв'язок між фітотоксичністю Cd, Cu, Pb, Zn, Co, Ni та полярністю їх дитизонатів. Визначення зв'язку між дипольним моментом та іншими екотоксикологічними критеріями безпеки важких металів, такими як мобільність, біодоступність, може бути перспективним для оцінювання їх токсичності.

Ключові слова: важкі метали, екотоксичне оцінювання, фітотоксичність, пробіт-аналіз, LD₅₀, забруднення, дипольний момент, ячмінь ярий.

Спектр проявления токсического процесса определяется строением токсиканта [1, 2]. В работах В.Н. Кавецкого, Л.И. Бублик показана зависимость между основными физико-химическими свойствами (растворимость, персистентность, летучесть и др.) и поведением пестицидов в окружающей среде от их полярности; разработан алгоритм экстракционно-хроматографического систематического анализа разнополярных пестицидов в объектах окружающей среды [3, 4]. В цикле работ данного направления была продемонстрирована устойчивость пестицидов в почве, воде, образцах растений, тесно связанная с полярностью препаратов [3–5]. Похожей научно обоснованной модели оценки поведения других токсикантов, в т.ч. и тяжелых металлов (ТМ), в окружающей среде по их полярности не существует. Посколь-

ку определить все соединения, в которых содержатся ионы металлов в почве, а тем более их полярность, не представляется возможным, мы предположили, что металлы одинаково влияют на полярность их соединений. Поэтому по изменению полярности, которое вызвано добавлением различных металлов к модельным соединениям, можно судить об их токсичности в экосистеме. В качестве модельного соединения выбран дифенилтиокарбазон (дитизон), так как он образует с основными металлами соединения, дипольные моменты которых определены с помощью установления зависимости величины Rf вещества от диэлектрической проницаемости подвижной фазы методом хроматографии в тонком слое сорбента [4, 5]. В нашей работе показана попытка установить связь между фитотоксичностью ТМ (которую оценивали с помощью показателя LD₅₀) и полярностью их дитизонатов (μ).

Зависимость «доза — эффект» показывает свойства токсиканта, поскольку каждый металл имеет свой диапазон токсических концентраций по отношению к определенному биообъекту [1, 2]. Количественную оценку фитотоксичности, основанную на изучении зависимости «доза — эффект», как правило, проводят в эксперименте с последующим расчетом показателя LD₅₀ — чем выше LD₅₀, тем меньше фитотоксичность поллютанта [1, 2, 6, 7]. К сожалению, современная экотоксикологическая оценка опасности поллютантов проводится по ряду показателей для биологических объектов, не учитывая LD₅₀ и LD₉₅ для растительных объектов экосистемы [1, 7]. Необходимость таких исследований также приобретает особую актуальность в условиях загрязнения поллютантами агроэкосистем, количество и качество биопродукции в которых являются жизненно важными для человека как потребителя растениеводческой продукции. Кроме того, показатель LD₅₀ позволит провести объективную сравнительную оценку токсичности поллютантов по отношению к биообъекту. Цель работы — обосновать целесообразность внедрения качественно нового интегрального подхода к оценке фитотоксичности ТМ и их LD₅₀ на основании их физико-химических свойств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Модельный опыт предполагал внесение солей ТМ в 0–20 см слой почвы по схеме.

В качестве тест-культуры использовался ячмень яровой. Закладка и проведение полевого и вегетационного опытов проводились исходя из общепринятых методик [6]. Экстракцию подвижных и потенциально подвижных форм Cd, Pb, Cu, Zn, Co, Ni в 0–20 см слое почвы проводили 1Н HCl с последующим определением хроматографическим методом в тонком слое адсорбента (№ 50-97 от 19.06.1997 г.) [8]. Учет надземной фитомассы проводили в вегетационном опыте в фазе полной спелости культуры (табл. 1). Для оценки некоторых существенных различий в опытах

Схема внесения солей

Схема внесения солей	
Контроль	
1 ПДК Cu ²⁺ (100 мг/кг), 1,5 ПДК Cu ²⁺ (150), 2 ПДК Cu ²⁺ (200), 3 ПДК Cu ²⁺ (300 мг/кг)	2 ПДК Zn ²⁺ (600 мг/кг), 3 ПДК Zn ²⁺ (900), 4 ПДК Zn ²⁺ (1200), 5 ПДК Zn ²⁺ (1500 мг/кг)
1 ПДК Co ²⁺ (60 мг/кг), 5 ПДК Co ²⁺ (300), 8 ПДК Co ²⁺ (480), 9 ПДК Co ²⁺ (540), 10 ПДК Co ²⁺ (600 мг/кг)	1 ПДК Ni ²⁺ (70 мг/кг), 3 ПДК Ni ²⁺ (210), 5 ПДК Ni ²⁺ (350), 7 ПДК Ni ²⁺ (420), 10 ПДК Ni ²⁺ (700 мг/кг)
5 ПДК Cd ²⁺ (15 мг/кг), 10 ПДК Cd ²⁺ (30), 20 ПДК Cd ²⁺ (60), 30 ПДК Cd ²⁺ (90), 50 ПДК Cd ²⁺ (150), 100 ПДК Cd ²⁺ (300 мг/кг)	5 ПДК Pb ²⁺ (150 мг/кг), 10 ПДК Pb ²⁺ (300), 15 ПДК Pb ²⁺ (450), 30 ПДК Pb ²⁺ (900), 40 ПДК Pb ²⁺ (1200), 50 ПДК Pb ²⁺ (1500 мг/кг)

использовали однофакторный дисперсионный анализ, рассчитывая значения наименьшей существенной разницы (НСР₀₅). При проведении пробит-анализа применяли методику В.А. Доспехова [6, 9]. Суть методики определения полярности дитизонатов ТМ была в определении зависимости величины Rf вещества от диэлектрической проницаемости подвижной фазы методом хроматографии в тонком слое сорбента [4, 5]. Значения дипольного момента дитизоната металла рассчитывали по формуле:

$$\mu = \frac{Rf_2^2 x \epsilon_1 - Rf_1^2 x \epsilon_2}{Rf_2^2 - Rf_1^2}, \quad (1)$$

где Rf — расстояние, которое прошло пятно дитизоната металла к фронту подвижной фазы при определенной диэлектрической проницаемости подвижной фазы (ϵ).

Исследуемые почвы: дерново-среднеподзолистая супесчаная ($pH_{\text{сол.}}$ — 5,5, гидролитическая кислотность — 2,7 мг-экв/100 г, содержание гумуса по Тюрину — 0,87%, степень насыщенности основаниями — 58%) и чернозем типичный малогумусный ($pH_{\text{сол.}}$ — 6,2, степень насыщенности основаниями — 82,3%, содержание гумуса — 2,89%) под посевом ячменя ярового. Исследования проводились на базе Института сельскохозяйственной микробиологии и

агропромышленного производства НААН (г. Чернигов), в т.ч. их экспериментальная часть — на протяжении 1999–2006 гг.

В таблице 1 представлены результаты эксперимента относительно зависимости фитомассы ячменя ярового (*Hordeum vulgare*) от дозы ТМ, а также указан десятичный логарифм дозы содержания металла и значения пробита в зависимости от преобразования процента гибели в пробиты [6, 9].

Таблица 1

Зависимость фитомассы ячменя ярового от концентрации тяжелых металлов в почве в условиях монометаллического загрязнения

Металл	<i>D</i> Концентрация в почве, мг/кг (подвижная форма)	Общая фитомасса, г	Фитомасса, % по отношению к контролю	Уменьшение (угнетение) фитомассы, %	lg <i>D</i> (ось «0 — x»)	Значение пробита (ось «0 — y»)
	Контроль					
<i>Дерново-среднеподзолистая почва</i>						
Cd	22,9	25,3	80,70	19,3	1,36	4,12
	46,4	18,2	57,80	42,2	1,67	4,80
	77,1	12,3	39,30	60,7	1,89	5,28
	101,2	7,3	23,55	76,5	2,00	5,74
	153,1	1,4	4,40	95,6	2,18	6,75
	НСП ₀₅ 1,32					
Pb	231,9	27,2	86,50	13,5	2,37	3,92
	347,7	24,6	78,30	21,7	2,54	4,23
	695,1	15,2	48,30	51,7	2,84	5,05
	930,0	7,5	24,19	75,8	2,97	5,71
	1158,3	1,7	5,50	94,5	3,06	6,64
	НСП ₀₅ 2,85					
Cu	67,2	28,2	89,70	10,3	1,83	3,72
	102,9	25,1	80,00	20,0	2,01	4,16
	135,5	15,0	48,40	51,6	2,13	5,05
	173,8	5,5	17,60	82,4	2,24	5,92
	НСП ₀₅ 3,03					
Zn	427,4	26,8	85,40	14,6	2,63	3,96
	550,3	24,8	79,10	20,9	2,74	4,19
	685,7	11,5	37,1	62,9	2,84	5,33
	743,0	3,5	11,20	88,8	2,87	6,23
	НСП ₀₅ 3,94					
Co	36,5	30,8	98,0	2,0	1,56	2,95
	125,0	29,2	93,0	7,0	2,10	3,52
	159,6	16,64	53,0	47,0	2,20	4,92
	191,0	8,80	28,0	72,0	2,28	5,58
	219,6	3,2	10,2	89,8	2,34	6,28
	НСП ₀₅ 3,2					

Продолжение таблицы 1

Металл	<i>D</i> Концентрация в почве, мг/кг (подвижная форма)	Общая фитомасса, г	Фитомасса, % по отношению к контролю	Уменьшение (угнетение) фитомассы, %	lg <i>D</i> (ось «0 – x»)	Значение пробита (ось «0 – y»)
	Контроль					
Ni	39,0	30,9	98,5	1,5	1,59	2,95
	91,4	29,3	93,2	6,8	1,96	3,52
	148,9	17,0	54,0	46,0	2,17	4,90
	178,9	8,0	25,5	74,5	2,25	5,67
	210,0	2,8	9,0	91,0	2,32	6,34
	НСП ₀₅ 3,1					
<i>Чернозём типичный малогумусный</i>						
Cd	20,8	30,2	94,30	6,0	1,32	3,45
	41,7	23,4	73,10	26,9	1,62	4,39
	68,2	15,8	49,30	50,7	1,83	5,03
	92,5	10,5	33,9	66,1	1,97	5,41
	138,9	5,6	17,50	82,5	2,14	5,95
	НСП ₀₅ 3,45					
Pb	212,6	29,4	91,73	8,3	2,33	3,59
	319,7	31,5	98,41	1,6	2,50	2,95
	653,8	18,7	58,50	41,5	2,82	4,8
	902,5	10,0	32,3	67,7	2,95	5,47
	1062,0	3,3	10,20	89,8	3,03	6,23
	НСП ₀₅ 3,45					
Cu	59,5	30,8	96,10	3,9	1,77	3,25
	87,6	28,9	90,30	9,7	1,94	3,72
	111,0	20,0	64,52	35,5	2,05	4,64
	144,3	15,4	48,10	51,9	2,16	5,05
	НСП ₀₅ 3,45					
Zn	382,3	29,5	92,20	7,8	2,58	3,59
	483,5	27,7	86,70	13,3	2,68	3,87
	640,5	16,3	52,58	47,4	2,81	4,92
	656,5	9,8	30,50	69,5	2,82	5,52
	НСП ₀₅ 3,45					
Co	41,5	31,1	99,0	1,0	1,62	2,67
	132,7	30,0	95,6	4,4	2,12	3,25
	164,0	18,5	58,9	41,1	2,21	4,73
	215,8	9,8	31,2	68,8	2,33	5,5
	245,5	0,6	1,8	98,2	2,39	7,05
	НСП ₀₅ 3,4					

Металл	<i>D</i> Концентрация в почве, мг/кг (подвижная форма)	Общая фитомасса, г	Фитомасса, % по отношению к контролю	Уменьшение (угнетение) фитомассы, %	lg <i>D</i> (ось «0 – x»)	Значение пробита (ось «0 – y»)
	Контроль					
Ni	43,0	31,1	99,0	1,0	1,63	2,67
	97,0	29,6	94,3	5,7	1,99	3,45
	154,8	18,2	58,1	41,9	2,19	4,80
	186,5	8,6	27,4	72,6	2,27	5,61
	222,5	3,5	11,1	88,9	2,35	6,23
НСР ₀₅ 3,5						

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Графическая формализация зависимости «доза – эффект» представлена на рисунке 1. Зависимость между LgD и пробитом для Cd (дерново-среднеподзолистая почва) имеет вид:

$$y = 3,0274x - 0,1749. \quad (2)$$

Отсюда, если пробит равен 5 (расчёт LD₅₀), то

$$5 = 3,0274x - 0,1749, \quad \text{следовательно } x = 1,7. \quad (3)$$

Если пробит равен 6,64 (расчёт LD₉₅), то

$$6,64 = 3,0274x - 0,1749, \quad \text{отсюда } x = 2,3. \quad (4)$$

Антилогарифм (1,7) = 50 – LD₅₀. Антилогарифм (2,3) = 199,5 – LD₉₅.

Аналогические зависимости были получены и для остальных ТМ на обеих исследуемых почвах (табл. 2).

Для дерново-среднеподзолистой почвы LD₅₀ и LD₉₅ соответственно составляли (мг/кг): 50 и 200 (Cd), 537 и 1514 (Pb), 129 и 263 (Cu), 603 и 913 (Zn), 155 и 398 (Co), 135 и 311 (Ni); для чернозёма – 68 и 234 (Cd), 661 и 1660 (Pb), 141 и 302 (Cu), 616 и 1000 (Zn), 162 и 363 (Co), 150 и 324 (Ni).

Поскольку использованный нами метод позволяет лишь приблизительно оценить LD₉₅ и LD₉₉ (по ним нельзя рассчитать доверительные интервалы этих значений)

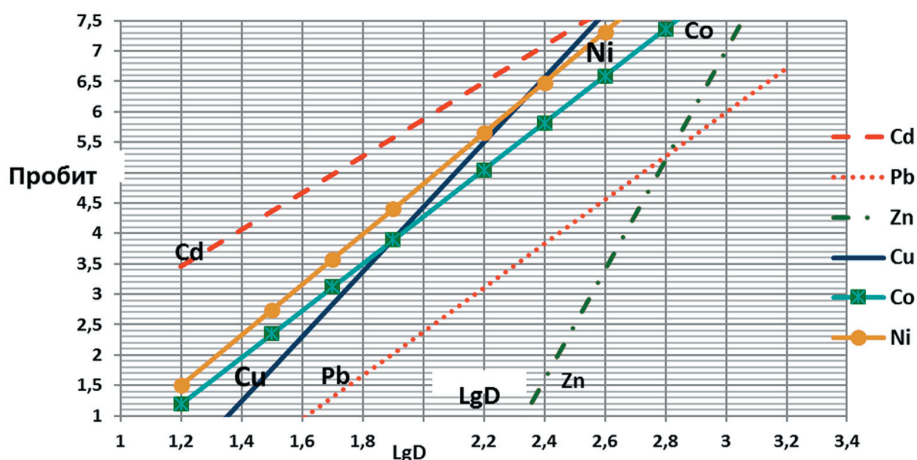


Рис. 1. Зависимость пробита от дозы тяжелых металлов в дерново-среднеподзолистой почве

Таблица 2

Зависимости между LgD и пробитом

Металл	Уравнения
<i>Дерново-среднеподзолистая почва</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>Чернозём типичный малогумусный</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	$y = 4,944x - 5,7593 (R^2 = 0,92)$

[6], для оценки фитотоксичности ТМ использовали показатель LD₅₀ на исследуемых почвах. На чернозёме токсичность свинца для ячменя ярового меньше, чем на дерново-среднеподзолистой почве. Это может быть связано с большей буферной емкостью чернозёма, значения LD₅₀ ТМ на котором, в целом, меньше, чем значения LD₅₀ на дерново-среднеподзолистой почве. Кроме того, небольшие дозы свинца часто не только не угнетают продуцирование фитомассы культур, а и вызывают стимулирующий эффект, который наблюдается при подкормке микроудобрениями

[10–12]. Установлено, что в небольших количествах свинец необходим для растительных организмов. Несмотря на то, что свинец присутствует во всех живых организмах и доказана, с одной стороны, его жизненная необходимость, а с другой — токсичность, биологическая роль и механизмы действия элемента исследованы очень слабо [11, 12]. Поэтому при постановках эксперимента по изучению зависимости «доза — эффект» следует учитывать не только эффект угнетения, но и гормезисное (стимулирующее) действие ТМ, которые в небольших количествах в отдельных случаях являются ультра- и микроэлементами [10–12].

Нами была проведена сравнительная оценка дитизонатов металлов по их полярности. По увеличению дипольного момента (μ) ряд ТМ имел вид: Cu > Cd > Ni > Co > Pb > Zn (табл. 3).

Между показателем LD₅₀ и дипольным моментом μ дитизонатов Zn²⁺, Pb²⁺, Co²⁺, Ni²⁺, Cd²⁺, Cu²⁺ была произведена попытка установить зависимость, графическая формализация которой представлена на рисунке 2. Для описания зависимости использовали линейную формализацию: $y = -0,0012x + 9,0376$ (чернозём), $y = -0,0014x + 9,0483$ (дерново-среднеподзолистая почва). Значение достоверности данного вида аппроксимации связи (коэффициент детерминации R^2) было высоким — 0,77 для дерново-среднеподзолистой

Таблица 3

Дипольный момент (μ) дитизонатов Zn²⁺, Pb²⁺, Co²⁺, Ni²⁺, Cd²⁺, Cu²⁺ и значения LD₅₀ тяжелых металлов

Соединение	μ	LD ₅₀ ТМ, мг/кг подвижных форм	
		Дерново-среднеподзолистая почва	Чернозём типичный малогумусный
Zn(H Dz) ₂	8,24	603	616
Pb(H Dz) ₂	8,33	537	661
Co(H Dz) ₂	8,54	155	162
Ni(H Dz) ₂	8,91	135	150
Cd(H Dz) ₂	8,95	50	68
Cu(H Dz) ₂	9,13	129	141

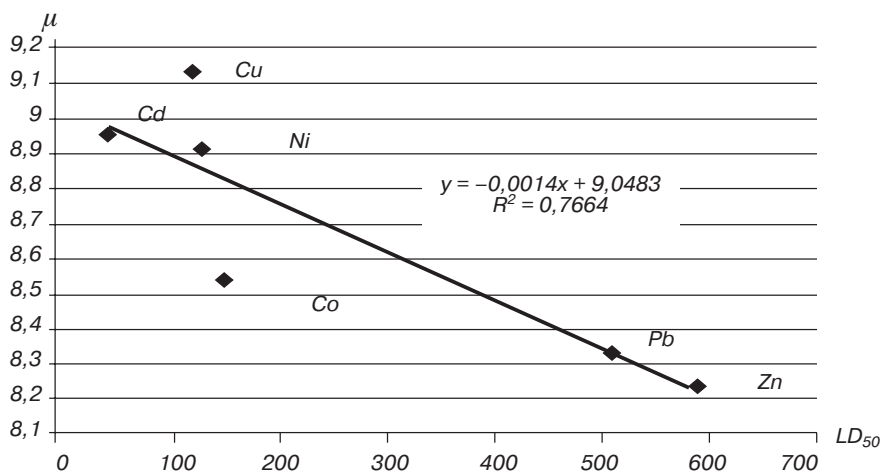


Рис. 2. Зависимость между показателями LD₅₀ и дипольным моментом (μ) тяжелых металлов в условиях дерново-среднеподзолистой почвы

почвы и 0,74 для чернозёма. Значения коэффициента детерминации дают основание сделать вывод о присутствии существенной связи между исследуемыми показателями LD₅₀ и μ дитизонатов Zn²⁺, Pb²⁺, Co²⁺, Ni²⁺, Cd²⁺, Cu²⁺, а также о целесообразности использования данного вида линейной аппроксимации. Свойства почв в большей степени не повлияли на степень связи между полярностью и показателем LD₅₀.

ВЫВОДЫ

При проведении экотоксической оценки опасности поллютантов, которая учитывает ряд показателей, в т.ч. и фитотоксичность, целесообразно использовать LD₅₀. По показателю LD₅₀ исследуемые ТМ разместились в такой нисходящий ряд фитотоксичности: Cd > Cu > Ni > Co > Pb > Zn (дерново-среднеподзолистая почва) и Cd > Cu > Ni > Co > Zn > Pb (чернозём типичный малогумусный). Величина LD₅₀ составляла на чернозёме и на дерново-среднеподзолистой почве соответствен-

но (мг/кг): Cd – 68 и 50, Cu – 141 и 129, Pb – 661 и 537, Zn – 616 и 603, Ni – 135 и 150, Co – 155 и 162 подвижных форм. На чернозёме токсичность свинца для ячменя ярового меньше, чем на дерново-среднеподзолистой почве, что, очевидно, связано с большей буферной ёмкостью чернозёма, значения LD₅₀ ТМ которого, в целом, меньше значений LD₅₀ на дерново-среднеподзолистой почве.

Установлена тесная связь между фитотоксичностью Cd, Cu, Pb, Zn, Co, Ni и полярностью их дитизонатов. Предложено зависимость между дипольным моментом (μ) дитизонатов металлов и их фитотоксичностью (LD₅₀) оценивать линейной аппроксимацией. Значение достоверности данного вида аппроксимации (коэффициент детерминации R^2) составлял 0,77 для дерново-среднеподзолистой почвы и 0,74 для чернозёма типичного малогумусного, что дает основание сделать вывод о существенной связи между фитотоксичным эффектом ТМ и их физико-химическими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куценко С.А. Основы токсикологии: научно-методическое издание /С.А. Куценко. – СПб.: ООО «Издательство фолиант», 2004. – 720 с.
2. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н.Ф. Реймерс. – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
3. Kavetsky V.M. Physical and Chemical Criteria for Pesticides Determination and Risk Assessment in Ecosystem / V.M. Kavetsky, N.O. Ryzhenko // Polish J. Chem. – 2008. – Vol. 82. – P. 361–369.

4. А.с. № 1296930 СССР А1G01N30/9615.11.ВНИИГПЭ. Способ определения дипольного момента органических соединений / В.Н. Кавецкий, Л.И. Бублик (СССР). — № 3753317/23-25; заявл. 19.06.1984; опубл. 15.03.1987, Бюл. № 10.
5. Екоотоксикологічна оцінка важких металів (Cd, Cu, Ni, Co, Pd, Zn) у системі ґрунт — рослина за полярністю їхніх дитизонатів / В.М. Кавецький, Н.О. Риженко, Т.В. Юрченко, С.В. Кавецький // Наукові записки НаУКМА. — 2012. — Т. 132. — С. 63–68.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
7. Valavanidis A. Metal Pollution in ecosystems. Ecotoxicology Studies and Risk Assessment [Электронный ресурс] / A. Valavanidis, Th. Vlachogiani // Science advances on Environment, Toxicology and Ecotoxicology issues. — 2010. — Режим доступа: www.chem.-tox-ecotox.org/wp/wp-content/uploads/2010/01/02-Metals-17_01_2010.pdf
8. Методичні вказівки по визначенню Hg, Zn, Co, Cd, Cu, Ni в ґрунті, рослинах, у воді методом тонкошарової хроматографії (№ 50–97 від 19.06.97) / В.М. Кавецький, Н.А. Макаренко, А.М. Ліщук, Г.О. 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.
9. Bliss C.I. The method of probits / C.I. Bliss // Science. — 1934. — Vol. 79. — P. 38–39.
10. Ильин В.Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В.Б. Ильин, А.И. Сысо. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. — 229 с.
11. Риженко Н.О. Екоотоксикологічна оцінка фітотоксичності Cd, Cu, Zn, Pb за умов моно- та мультиметалічного забруднення ґрунту / Н.О. Риженко, В.М. Кавецький // Наукові записки НаУКМА. — 2009. — Т. 69. — С. 77–81.
12. Егошина Т.Л. Свинец в почвах и растениях северо-востока Европейской части России / Т.Л. Егошина, Л.Н. Шихова // Вестник ОГУ. — 2008. — № 10 (92). — С. 135–141.

REFERENCES

1. Kutsenko S.A. (2004). *Osnovy toksikologii: nauchno-metodicheskoe izdanie* [Basics of toxicology: scientific and methodological edition]. SPb.: OOO Izdatelstvo foliant Publ., 720 p. (in Russian).
2. Reymers N.F. (1994). *Ekologiya (teorii, zakony, pravila, printsipy i gipotezy)* [Ecology (theories, laws, rules, principles and hypotheses)]. Moskva: Rossiya molodaya Publ., 367 p. (in Russian).
3. Kavetsky V.M., Ryzhenko N.O. (2008). Physical and Chemical Criteria for Pesticides Determination and Risk Assessment in Ecosystem. Polish J. Chem Publ., vol. 82, pp. 361–369 (in Polish).
4. Kavetskiy V.N., Bublik L.I. A.s. No. 1296930 SSSR A1G01N30/9615.11.VNIIGPE. *Sposob opredeleniya dipolnogo momenta organicheskikh soedineniy* [A method of determining the dipole moment of organic compounds]. No. 3753317/23-25, Ed. 10 (in Russian).
5. Kavets'kyy V.M., Ryzhenko N.O., Yurchenko T.V., Kavets'kyy S.V. (2012). *Ekotoksikologichna otsinka vazhkykh metaliv (Cd, Cu, Ni, Co, Pd, Zn) u systemi grunt — roslina za polyarnistuyu yikhnikh dytyzonativ* [Ecotoxicological assessment of heavy metals (Cd, Cu, Ni, Co, Pd, Zn) in the soil — plant system by the polarity of their dithizonates]. *Naukovi zapysky NaUKMA*, vol. 132, pp. 63–68 (in Ukrainian).
6. Dospikhov B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow: Agropromizdat Publ., 351 p. (in Russian).
7. Valavanidis A., Vlachogiani Th. (2010). Metal Pollution in ecosystems. Ecotoxicology Studies and Risk Assessment. Science advances on Environment, Toxicology and Ecotoxicology issues. [Electronic resource], available at: www.chem.-tox-ecotox.org/wp/wp-content/uploads/2010/01/02-Metals-17_01_2010.pdf (in USA).
8. Kavets'kyy V.M., Makarenko N.A., Lishchuk A.M. (2001). *Metodychni vkazivky po vyznachennyu Hg, Zn, Co, Cd, Cu, Ni v grunty, roslinakh, u vodi metodom tonkosharovoyi khromatohrafiyi (no. 50–97 vid 19.06.97)* [Guidelines for determination of Hg, Zn, Co, Cd, Cu, Ni in soil, plants, water by thin layer chromatography (no. 50–97 from 19.06.97)]. *Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu mikrokolichestv pestitsidov v pishchevykh produktakh v kormakh i vneshney srede* [Guidelines for determination of trace amounts of pesticides in food and feed in the external environment]. Kiev: Minekologii Ukrainy Publ., Vol. 29, pp. 18–24 (in Ukrainian).
9. Bliss C.I. (1934). The method of probits. Science Publ., Vol. 79, p. 38–39.
10. Ilin V.B., Syso A.I. (2001). *Mikroelementy i tyazhelye metally v pochvakh i rasteniyakh Novosibirskoy oblasti* [Trace elements and heavy metals in soils and plants of Novosibirsk Region]. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN Publ., 229 p. (in Russian).
11. Ryzhenko N.O., Kavets'kyy V.M. (2009). *Ekotoksikologichna otsinka fitotoksynnosti Cd, Cu, Zn, Pb za umov mono- ta multymetalichnoho zabrudnennya gruntu* [Ecotoxicological assessment of phytotoxicity of Cd, Cu, Zn, Pb in conditions for mono- and soil pollution multi metal soil contamination]. *Naukovi zapysky NAUKMA*, Vol. 69, pp. 77–81 (in Ukrainian).
12. Yegoshina T.L., Shikhova L.N. (2008). *Svinets v pochvakh i rasteniyakh severo-vostoka Yevropeyskoy chasti Rossii* [Lead in soil and plants northeast of the European part of Russia]. Vestnik OGU, No.10 (92), pp. 135–141 (in Russian).

РОДЮЧІСТЬ І ОХОРОНА ҐРУНТІВ

УДК 631.4:528.8

МОНІТОРИНГ ЕРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДАНИМИ КОСМІЧНОГО ЗНІМАННЯ

С.Р. Трускавецький, К.В. Вяткін, О.І. Шерстюк

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

Розглянуто підходи до оцінювання розвитку ерозійних процесів на великих за площею територіях за допомогою космічного знімання. Відзначено можливість різночасового космічного знімання та отримання даних цифрових моделей рельєфу в дешифруванні лінійних ерозійних форм і їхньої зміни в просторі та часі. Для своєчасного запобігання руйнації ґрунтового покриву водною ерозією запропоновано використовувати оперативні дані супутників.

Ключові слова: ґрунтовий покрив, ерозійні процеси, космічне знімання, деградація, цифрові моделі рельєфу.

Згідно зі ст. 14 Конституції України, земля є основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави [1]. На жаль, цей постулат залишається лише декларацією. Мусимо констатувати, що в Україні майже не існує дієвої системи управління земельними ресурсами. Стан земель дедалі більше викликає занепокоєння з огляду на посилення деградаційних процесів, насамперед, процесів ерозії ґрунтів. Реформування аграрного сектора економіки з розпаюванням землі посилює вимоги до інформації про стан земельних ресурсів з метою забезпечення ефективного їх використання. Основою державної земельної інформаційної системи має стати комплекс сучасних картографічних матеріалів про ґрунтовий покрив. Без цього неможливі об'єктивний земельний кадастр, грошова оцінка і відповідна земельна податкова політика, моніторинг тощо.

Оперативну інформацію про розвиток або призупинення ерозійних ґрунтових процесів на великих (декілька десятків квадратних кілометрів) за площею територіях можна отримати лише за допомогою супутникового знімання. Об'єктивна оперативна

інформація, що надходить з супутників, відображає поточний стан земної поверхні в денний час. За допомогою повторного в часі космічного знімання можна оцінювати перебіг деградаційних процесів за відповідний період і робити певний прогноз.

Для оцінювання масштабів та темпів розвитку ерозійних процесів використовується такий показник, як густина горизонтального розчленування території [2]. Збільшення в часі цього показника свідчить про невідповідне використання території, що потребує термінового проведення певних ландшафтно-меліоративних ґрунтозахисних заходів. Крім того, на підставі аналізу цього показника визначають території не з потенційною, а з фактичною небезпекою прояву ерозійних процесів. На основі такої інформації складаються картограми територій за ступенем ерозійної небезпеки ґрунтів. Також існують методичні підходи до кількісного оцінювання стану ерозійно небезпечних ґрунтів методами дистанційного зондування та попереднього визначення кількісних характеристик чинників ерозійної небезпеки, що увійшли до багатьох уже відомих моделей ерозії [3, 4].

Такі підходи до моніторингу ерозійних процесів мають застосовуватись в процесі

© С.Р. Трускавецький, К.В. Вяткін, О.І. Шерстюк, 2015

обстеження ґрунтового покриву та під час складання карт ґрунтів різних масштабів. Буде помилковим створювати будь-які ґрунтові карти або картограми ґрунтових властивостей та процесів за відсутності даних щодо рельєфу території. За допомогою сучасних геоінформаційних систем складаються цифрові моделі рельєфу (ЦМР) у процесі ґрунтового картографування. Сучасна методика ґрунтового картографування, зокрема ерозійно небезпечних ґрунтів, має обов'язково враховувати дані ЦМР [5].

Мета наших досліджень полягає у визначенні можливостей космічного знімання для моніторингу ерозійних ґрунтових процесів на значних за площею територіях упродовж декількох років та у створенні на основі супутникового знімання й даних ЦМР картограми ступеня ерозійної небезпеки певної території.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкти досліджень охоплюють частину територій Борівського та Ізюмського р-нів Харківської обл., що є одними з найбільш ерозійно небезпечних, на яких впроваджено систему організації ґрунтозахисних агроландшафтів. Тобто сфера наукових досліджень охоплює перехідну зону Лісостепу та Степу, де поширені ґрунти чорноземного типу важкосуглинкового та легкоглинистого гранулометричного складу. На території досліджень переважно розповсюджені чорноземні ґрунти різного ступеня змиття на лесах, лесоподібних суглинках, червоно-бурих глинах тощо.

Методи досліджень зводилися до проведення лабораторних та камеральних досліджень з оцінювання ерозійної небезпеки ґрунтів, опрацювання архівних картографічних матеріалів, топографічних даних та архівних космічних знімків супутників Landsat — 5, 7 з просторовим розрізненням — 28,5 м за 1984 і 2003 роки. Для обробки даних використовували геостатистичні та розрахункові методи досліджень, інтерпретацію даних здійснювали за допомогою геоінформаційних систем (ГІС) TNT-lite, MapInfo і SAGA.

Методика проведення досліджень полягає у використанні даних дистанційного зондування для створення картограм ерозійної небезпеки, що розраховується за допомогою показника густини горизонтального розчленування поверхні. Величина приросту цього показника за певний період часу вказує на динаміку ерозійних процесів, їхню інтенсивність та обсяги. Методом оцінювання ерозійної небезпеки є розрахунок коефіцієнта густини горизонтального розчленування території за даними супутникового знімання.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Використання даних різночасового космічного знімання та геоінформаційних технологій дає змогу створювати картограми густини горизонтального розчленування поверхні та картограми приросту горизонтального розчленування території за певний часовий інтервал. Саме для створення подібних карт і використовується згаданий показник густини горизонтального розчленування [6]. Він розраховується за формулою:

$$K = L/S,$$

де L — довжина ерозійної мережі, км; S — площа території, для якої розраховано довжину ерозійної мережі, км².

У геоінформаційній системі для одного і того самого фрагмента кожного з використаних космічних знімків створюють сітку з рівновеликими квадратами для наступного розрахунку в кожному з них довжини ерозійної мережі.

Від розміру квадратів, що утворюють сітку, залежить інформативність створеної карти. У великих за розмірами площ можуть існувати істотні відмінності інтенсивності горизонтального розчленування поверхні, що зникають за середніми значеннями. Тому із зменшенням квадратів повніше передаються особливості рельєфу місцевості. Отже, в процесі створення карти наведеним способом потрібно точно розрахувати розподіл сітки квадратів. Розміри їх повинні бути такими, щоб чітко простежувались відмінності інтенсивності

горизонтального розчленування рельєфу в межах території, що картографується. Оптимальними вважаються облікові квадрати площею 4 км^2 згідно із масштабом 1:100 000, що відповідає в натуральній величині 4 км^2 [7].

Після розподілу на квадрати наносять тальвеги усіх ерозійних форм, що добре дешифруються на кожному з космічних знімків, та обчислюють загальну довжину ерозійної мережі для кожного квадрата. Отримані результати ділять на площу квадрата і у такий спосіб визначають для кожного з них показник інтенсивності розчленування, тобто довжину ерозійної мережі на 1 км^2 , величина якої пропорційна інтенсивності розчленування.

Після того як всі розрахунки буде закінчено, створюється шкала умовних позначень. Згідно з багатьма методичними рекомендаціями, ерозійний рельєф за показником густини горизонтального розчленування розділяють на густо-, середньо- та рідкорозчленований [6]. У першому випадку на 1 км^2 території приходиться понад 1 км ерозійних форм, у другому — 0,5–1, в останньому — менше ніж 0,5 км. Отже, створюються картограми густини горизонтального розчленування території для кожного з космічних знімків.

Останній етап полягає у визначенні приросту інтенсивності горизонтального розчленування для кожного з квадратів космічних знімків за певний період часу.

Завдяки наведеній методиці розрахунку густини горизонтального розчленування території з використанням космічних знімків були визначені ділянки ерозійно небезпечних ґрунтів на територіях з високим приростом густини горизонтального розчленування та на схилах, які вважаються небезпечними щодо проявів ерозії. Ці ділянки мають стати об'єктами для майбутнього польового (наземного) діагностування ерозійно небезпечних ґрунтів.

Картографування ерозійно небезпечних ґрунтів не буде достовірним без урахування проявів лінійних форм ерозії. Покращення просторової розрізненості космічних знімків та подальше удосконалення технологій

їх отримання і опрацювання значно підвищать ефективність виявлення лінійних форм ерозії. Збільшення або призупинення розвитку лінійних ерозійних форм з часом можна відслідковувати завдяки порівнюванню різночасових космічних знімків високої просторової розрізненості, які фіксують навіть незначні зміни у флювіальній мережі.

З метою апробації можливостей космічного знімання під час моніторингу ерозійних процесів на значних за площею територіях проведено розрахунки приросту горизонтального розчленування території одних з найбільш ерозійно-небезпечних районів Харківської обл. — Ізюмського та Борівського. Спочатку були підібрані космічні знімки території досліджень за 1984 та 2003 роки, зроблені із супутника LANDSAT. Потім для всебічного та достовірного аналізу території побудовано цифрову модель рельєфу місцевості також на основі даних дистанційного зондування Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Дані SRTM використовували для уточнення місць розвитку лінійних ерозійних форм під час дешифрування космічних знімків. Для спрощення розрахунків та зручності відображення й інтерпретації результатів дослідну територію умовно поділили на квадрати розміром $4 \times 4 \text{ км}$. На основі даних космічних знімків за різні роки знімання та даних ЦМР оцифровано лінійні прояви ерозійних процесів (рис. 1). У кожному квадраті (чарунці) за допомогою ПС розраховано коефіцієнт горизонтального розчленування рельєфу за відповідні роки спостережень (рис. 2). На основі отриманих результатів визначено різницю в горизонтальному розчленуванні рельєфу за період 1984–2003 рр. У ПС визначено приріст горизонтального розчленування та на основі встановлених чарунк побудовано картограму розподілу цього приросту на досліджувану територію (рис. 3). Чарунки темного кольору відображають територію з максимальним приростом розчленування рельєфу, тобто в межах цієї площі ерозія останніми роками набула найвищих проявів як за своїми обсягами, так і за інтенсив-

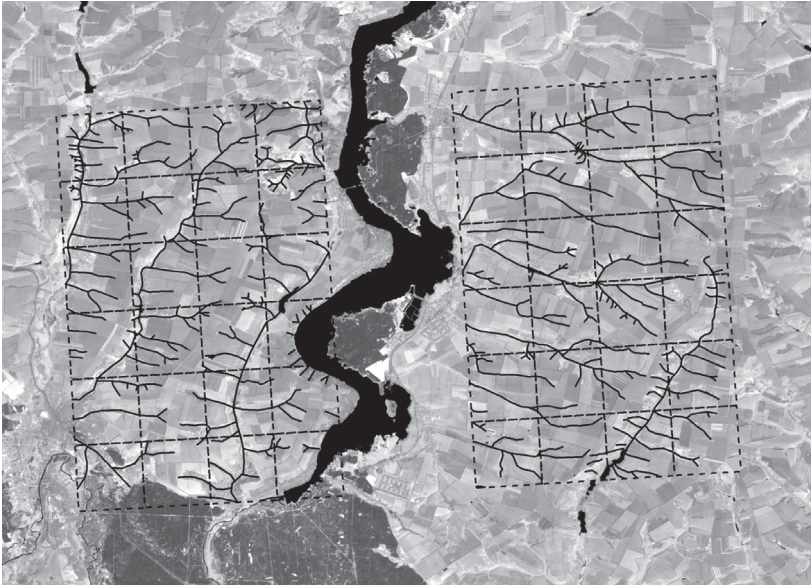


Рис. 1. Багатшарове зображення космічного знімка, оцифрованих лінійних ерозійних форм та заданої сітки

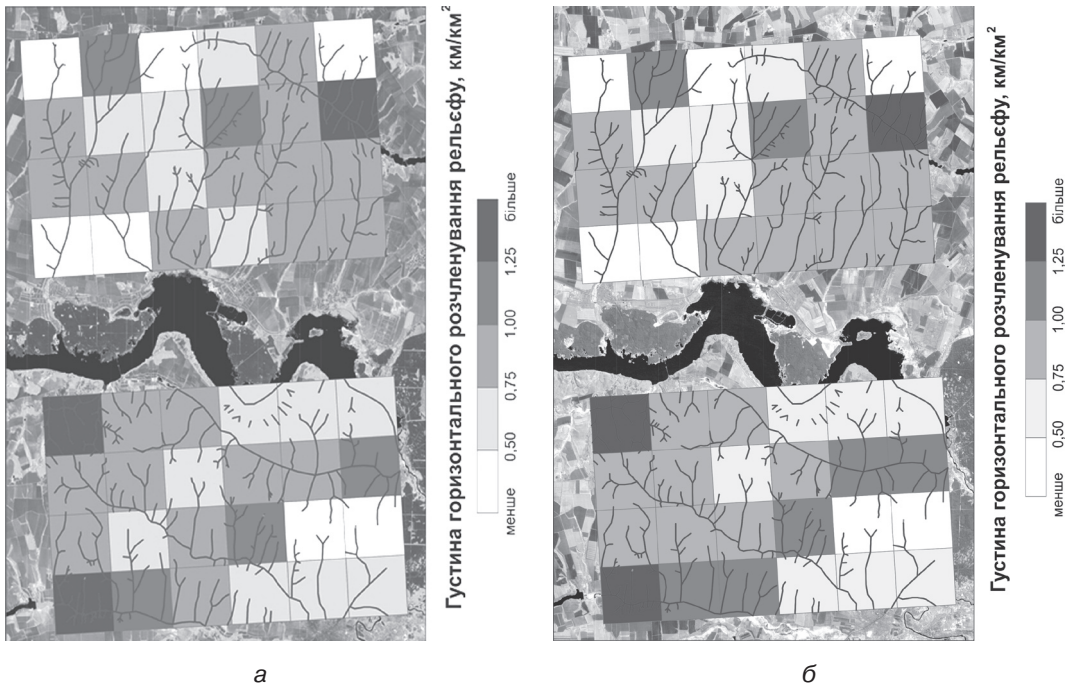


Рис. 2. Картограма розрахованої густини горизонтального розчленування рельєфу ($\text{км}/\text{км}^2$): а — у 1984 р. та б — у 2003 р. з оцифрованими лініями ерозійних форм

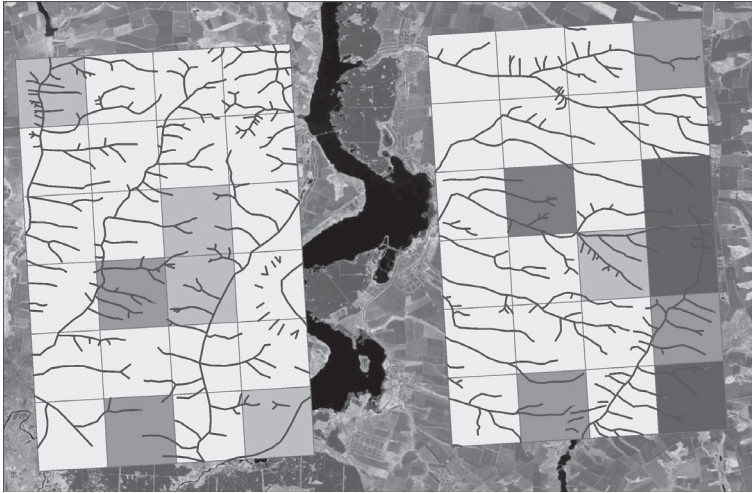


Рис. 3. Фрагмент космічного знімка з оцифрованими лінійними формами ерозійної мережі та картограмою приросту горизонтального розчленування рельєфу

ністю. І навпаки, чарунки білого кольору відповідають територіям, де не відбувалось жодних змін, тобто процеси ерозії призупинилися або їх не було взагалі.

ВИСНОВКИ

Ерозійні процеси з часом можуть виникати в непередбачуваних місцях. Супутникові спостереження дають можливість оперативно і часно зафіксувати негативні явища, які відбуваються з ґрунтовим по-

кривом, особливо в неконтрольованих у звичний спосіб місцях, на що мають відреагувати відповідні служби та керівні органи і вжити невідкладних агротехнічних заходів з призупинення та усунення ерозійних процесів, як і на розрахунки приросту густини горизонтального розчленування за різночасовими космічними знімками, що дають можливість виділяти потенційні території з найбільшою ерозійною небезпекою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Конституція України від 28.06.1996 р. № 254к/96-ВР [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80>
2. Гохман О.Г. Экспертное оценивание: Учеб. пособие / О.Г. Гохман. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1991. — 152 с.
3. Методика кількісної оцінки стану ерозійно небезпечних ґрунтів за допомогою методів дистанційного зондування / С.Р. Трускавецький, М.М. Гічка, Т. Ю. Биндич та ін. — Х.: ННЦ ІГА, 2010. — 57 с.
4. Трускавецький С.Р. Методичні підходи до кількісної оцінки стану ерозійно небезпечних ґрунтів методами дистанційного зондування / С.Р. Трускавецький // Агрохімія і ґрунтознавство. — 2011. — Вип. 74. — С. 19–24.
5. Картографування ерозійно небезпечних ґрунтів за допомогою космічної зйомки: Методичні рекомендації / Д.О. Тімченко, С.Р. Трускавецький, Т.Ю. Биндич, М.М. Гічка. — Х.: ННЦ ІГА, 2005. — 44 с.
6. Спиридонов А.И. Геоморфологическое картографирование / А.И. Спиридонов. — М.: Недра, 1975. — 184 с.
7. Кузнецов М.С. Эрозия и охрана почв / М.С. Кузнецов. — М.: Изд-во МГУ, 1996. — 335 с.

REFERENCES

1. *Konstytutsiia Ukrainy. Zakon Ukrainy vid 28.06.1996 No. 254k/96-VR* [Constitution of Ukraine: the Law of Ukraine dated by 28.06.1996, No. 254k/96-VR]. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy, 1996, No. 30, p. 141. [Electronic resource], available at: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80> (in Ukrainian).
2. Gokhman O.G. (1991). *Ekspertnoe otsenivanie* [Expert valuation]. Tutorial, Voronezh: VGU Publ., 152 p. (in Russian).

3. Truskavetskyi S.R., Hichka M.M., Byndych T.Yu. (2010). *Metodyka kilkisnoi otsinky stanu eroziino nebezpechnykh gruntiv za dopomohoiu metodiv dystantsiinoho zonduvannia* [Methodology of quantitative assessment of the dangerous erosion of soils using remote sensing methods]. Kharkiv: NNTs IHA Publ., 57 p. (in Ukrainian).
4. Truskavetskyi S.R. (2011). *Metodychni pidkhody do kilkisnoi otsinky stanu eroziino nebezpechnykh gruntiv metodamy dystantsiinoho zonduvannia* [Methodological approaches to the quantitative assessment of soil erosion dangerous methods of remote sensing]. Ahrokhimiia i gruntoznavstvo [Agricultural Chemistry and Soil Science]. Kharkiv: NNTs «IGA im. O.N. Sokolovskoho» Publ., Iss. 74, p. 19–24 (in Ukrainian).
5. Timchenko D.O., Truskavetskyi S.R., Byndych T.Yu., Hichka M.M. (2005). *Kartohrafuvannia eroziino nebezpechnykh gruntiv za dopomohoiu kosmichnoi znimannia. Metodychni rekomendatsii* [Mapping of the hazardous erosive soils by means of space shooting: Guidelines]. Kharkiv: NNTs IHA Publ., 44 p. (in Ukrainian).
6. Spiridonov A.I. (1975). *Geomorfologicheskoe kartografirovanie* [Geomorphological mapping]. Moscow: Nedra Publ., 184 p. (in Russian).
7. Kuznetsov M.S. (1996). *Eroziya i okhrana pochv* [Erosion and soil protection]. Moscow, MGU Publ., 335 p. (in Russian).

УДК 631.412: 631.415.12

БУФЕРНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ ЯК ПОКАЗНИК ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ЕДАФОТОПІВ КРИВОРІЗЬКОЇ УРБООКОСИСТЕМИ

І.О. Сіліч

Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ «Криворізький національний Університет»

Здійснено оцінювання екологічного стану едафотопів щодо буферності ґрунтового покриву. Встановлено, що для ґрунтів Криворізької урбоєкосистеми характерна лужна реакція та вміст гумусу в межах 2%. Розраховано сумарний показник забрудненості ґрунтів важкими металами (Zc), що відображає інтегральний ефект впливу всієї групи досліджуваних елементів на екологічний стан едафотопу, та за його результатами встановлено помірно небезпечну категорію забрудненості важкими металами — для ґрунтів Саксаганського р-ну і допустиму категорію — для всіх інших досліджуваних територій міста. Отримані дані свідчать про наявність в едафотопах Криворізької урбоєкосистеми обмежувальних чинників надлишкового залучення хімічних елементів в біологічні цикли.

Ключові слова: ґрунт, буферність, кислотність, гумус, важкі метали.

Інтенсивний розвиток гірничодобувної та металургійної галузей спричиняє незворотні порушення та руйнування екосистем. Особливо це позначається на якості водно-хімічних показників ґрунтів. Тому серед першочергових складових охорони навколишнього природного середовища є періодичний контроль динаміки якісного стану ґрунтів, а також контроль антропогенного тиску на них з метою прогнозування еколого-економічних наслідків деградації земельних ділянок та розробки і впровадження відповідних охоронних заходів [1].

Загальні аспекти нинішнього стану забрудненості ґрунтів Криворізької обл. важкими металами (ВМ) різної форми рухливості досліджували такі вчені, як І.Д. Маяков, І.М. Малахов, В.М. Савосько, В.М. Гришко, В.О. Гапон [2–4]. Однак досі залишаються недостатньо висвітленими питання вмісту ВМ у ґрунтах міської агломерації щодо їх буферних властивостей — кислотності ґрунтового розчину та кількості органічної речовини. Адже чим нижчі ці показники, тим більшу небезпеку для ґрунту становлять забруднювальні речовини, зокрема ВМ [5].

© І.О. Сіліч, 2015

Саме тому метою роботи було вивчення регіональних особливостей міграційної активності ВМ з урахуванням буферних властивостей ґрунтів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на території п'яти районів м. Кривий Ріг – Жовтневого, Саксаганського, Тернівського, Держинського та Інгулецького, у межах кожного було виділено 8 моніторингових полігонів. Контрольний моніторинговий полігон створено в с. Олександрівка Долинського р-ну Кіровоградської обл. Контрольна ділянка розташована на значному віддаленні від промислових підприємств (понад 50 км).

На кожному полігоні здійснювали відбір зразків ґрунту методом конверта з глибини 0–20 см, підготовку яких проводили за стандартними методиками. Рухомі форми ВМ (Pb; Cd; Zn; Ni; Cu; Fe; Mn) визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії в амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8. Гумус визначали методом Тюріна в модифікації ЦІНАО [6, 7]. Актуальну та обмінну кислотності ґрунтових витяжок – за допомогою лабораторного іономіра, для визначення останньої використовували 1,0 н. розчину КСІ. Всі дослідження проводили у трикратній повторності. Отримані результати опрацьовували методами варіаційної статистики на рівні значущості $P \leq 5\%$ [8].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Високу чутливість та уразливість ґрунтового покриву зумовлено його обмеженою буферністю. Буферність – це властивість ґрунту перешкоджати зміні реакції (рН) під дією кислот і лугів. Так, наявність солей, утворених слабкими основами і сильними кислотами, зумовлює буферну здатність ґрунту до шкідливих чинників. З огляду на те що ґрунтовий розчин перебуває в постійній взаємодії із твердою фазою ґрунту, остання також впливає на буферність. Тому нами було досліджено не лише актуальну та обмінну кислотності ґрунтових розчинів, а й уміст органічної речовини в ґрунті (таблиця).

За результатами досліджень в ґрунтах Держинського р-ну виявлено найбільшу кількість органічної речовини – у межах $3,29 \pm 0,36\%$. Загалом, кількість гумусу в районах міста варіювала у межах 2%: від $2,01 \pm 0,41\%$ – у Саксаганському до $2,45 \pm 0,56\%$ – у Тернівському. Відповідно до сучасних наукових даних, така кількість органіч-

Буферні властивості ґрунтів м. Кривий Ріг*

№ пор.	Назва району міста	Гумус, %						Кислотність, рН								
		актуальна			обмінна			актуальна			обмінна					
		min	max	M	m	V, %	min	max	M	m	V, %	min	max	M	m	V, %
1.	Тернівський	1,36	4,44	2,45	0,56	50,62	7,20	8,51	8,10	0,24	6,68	4,59	7,82	6,92	0,78	22,48
2.	Жовтневий	0,99	3,06	2,20	0,31	39,33	7,42	9,27	8,47	0,19	6,37	6,62	7,94	7,58	0,16	5,79
3.	Саксаганський	1,23	2,84	2,01	0,41	40,86	8,19	8,80	8,44	0,13	3,09	7,67	8,27	7,89	0,14	3,47
4.	Держинський	1,90	3,95	3,29	0,36	24,61	8,23	8,65	8,46	0,07	1,87	7,50	7,76	7,66	0,05	1,39
5.	Інгулецький	0,84	3,44	2,32	0,56	48,70	8,24	8,95	8,55	0,15	3,50	7,60	8,09	7,77	0,11	2,85
6.	Контроль	2,10	3,10	2,67	0,27	43,71	8,31	8,87	8,48	0,17	2,07	7,48	7,78	7,67	0,18	1,56

Примітка: *min – мінімальне, max – максимальне, M – середнє значення вибірки; m – абсолютна похибка середнього значення; V – коефіцієнт варіації.

ної речовини є типовою для досліджуваної місцевості.

Показники актуальної кислотності варіюють у межах 8 одиниць. Так, для Тернівського р-ну $pH = 8,1 \pm 0,24$, що є найнижчим значенням серед досліджуваних районів, а для Інгuleцького $pH = 8,55 \pm 0,15$ – відповідно найвищим.

Лужні показники обмінної кислотності варіюють від $7,58 \pm 0,16\%$ – у Жовтневому р-ні до $7,89 \pm 0,14\%$ – у Саксаганському. Найнижчий показник зафіксовано у Тернівському р-ні – $pH = 6,92 \pm 0,78\%$.

Тому можна зробити висновок, що ґрунти міста мають лужну реакцію як щодо актуальної, так і щодо обмінної кислотності.

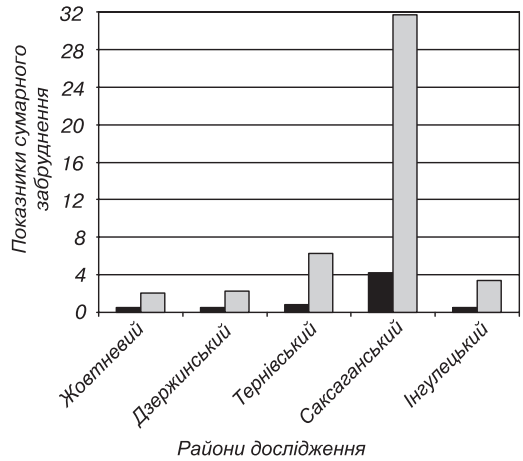
Оскільки оцінювання забруднення ґрунтового покриву здійснювалось за вмістом семи видів ВМ (Pb; Cd; Zn; Ni; Cu; Fe; Mn) [9], нами був розрахований сумарний показник забрудненості (Z_c) за формулою [10]:

$$Z_c = \left(\sum_{i=1}^n K_{C_i} \right) - (n - 1),$$

де Z_c – сумарний показник забрудненості ґрунтів; K_{C_i} – коефіцієнт концентрації i -го хімічного елемента в пробі ґрунту; n – кількість врахованих хімічних елементів.

Так, показник демонструє інтегральний ефект впливу на екологічний стан едафотопу всієї групи ВМ (рисунок). Оціночна шкала небезпечності забруднення ґрунтів за сумарним показником Z_c базується на показниках стану здоров'я населення, яке проживає на різних за рівнем забруднення територіях. Для порівняння вмісту хімічних інгредієнтів у досліджуваних зразках нами використано відповідні нормативні показники ГДК для рухомих форм ВМ у ґрунті (Z_c ГДК) та отримано в експериментальний спосіб дані із контрольної ділянки (Z_c фон) [10].

Порівняно із показниками контрольної ділянки, найвищий рівень забрудненості зафіксовано в Саксаганському р-ні, де $Z_c = 31,66$, найнижчий – $2,09$ виявлено на території Жовтневого р-ну (рисунок). Порівняно із нормативними показниками ГДК, найвищий оціночний бал встановлено для



Порівняльні показники сумарного забруднення ґрунту за вмістом важких металів (Z_c ГДК та Z_c фон): ■ Z_c ГДК; ■ фон

Саксаганського р-ну – $4,19$, а найнижчий – $0,47$ для Держинського.

Згідно з оціночною шкалою [8], ґрунти Саксаганського р-ну відносяться до категорії помірно небезпечних. Всі інші показники забрудненості ґрунтів м. Кривий Ріг відносяться до допустимої категорії.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень можна стверджувати, що для ґрунтів м. Кривий Ріг характерною є лужна реакція як для актуальної, так і для обмінної кислотностей. Кількість органічної речовини варіює у межах, характерних для дослідного регіону.

Забруднення едафотопів досліджуваного регіону ВМ спричинено аеральними емісіями гірничих підприємств. Основними та особливо небезпечними є рухомі форми таких ВМ, як Pb, Cd, Zn, Ni, Cu, Fe, Mn. Буферні властивості (pH ґрунту та гумус) істотним чином впливають на рівень концентрації ВМ у едафотопах міста. Тому в районах, де ґрунти урбоєкосистем за своїми показниками буферності вимірюються на рівні показників фонові ділянки, категорія забрудненості ґрунту відноситься до помірно небезпечної. Отже, в екологічному вимірі Саксаганський р-н має найвищий показник сумарного забруднення. Всі інші показники перебувають у межах норми.

Отримані результати можуть бути використані в організації екологічного моніторингу промислових регіонів. У подальших дослідженнях доцільно провести кореляційно-регресійні розрахунки вмісту ВМ від показників буферності ґрунтів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Досвід комплексної оцінки та картографування факторів техногенного впливу на природне середовище міст Кривого Рогу та Дніпродзержинська / І.Д. Багрії, А.М. Білоус, Ю.Г. Вілкул та ін. — К.: Фенікс, 2000. — 110 с.
2. Гапон В.А. Особенности загрязнения территории санитарно-защитной зоны металлургического комбината тяжелыми металлами техногенного происхождения / В.А. Гапон // Довкілля і здоров'я. — 2000. — № 3 (14). — С. 25–27.
3. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна небезпека / В.М. Гришко, Д.В. Сищиків, О.М. Піскова та ін. — Донецьк: Донбас, 2012. — 302 с.
4. Савосько В.М. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах, прилегающих к Северному горнообогатительному комбинату (Кривбасс) / В.М. Савосько // Вісник ДДУ. — 2000. — Вип. 8, Т. 2. — С. 64–69. — (Серія: Біологія. Екологія).
5. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами (МР № 5174-90) / [Б.А. Ревич, Ю.Е. Саєт, Р.С. Смирнова, Е.П. Сорокина]. — М.: ИМГРЭ, 1982. — 112 с.
6. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. — М.: Издательство Московского ун-та, 1970. — 490 с.
7. Практикум по почвоведению / под. ред. И.С. Кауричева. — М.: Агропромиздат, 1986. — 336 с.
8. Лакін Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакін. — М.: Высш. школа, 1990. — 528 с.
9. Сіліч І.О. Вміст рухомих форм важких металів в едафотобах рекреаційних та промислових зон Криворіжжя / І.О. Сіліч // Ґрунтознавство. — 2013. — Т. 14, № 3–4. — С. 35–42.
10. Тарасова В.В. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище / В.В. Тарасова, А.С. Малиновський, М.Ф. Рибак; заг. ред. проф. В.В. Тарасової. — К.: Центр учбової літератури, 2007. — 276 с.

REFERENCES

1. Bahriy I.D., Bilous A.M., Vilkul Yu.H. (2000). *Dosvid kompleksnoyi otsinky ta kartohrafuvannya faktoriv tekhnogenoho vplyvu na pryrodne seredovyshche mist Kryvoho Rohu ta Dniprodzerzhyns'ka* [Experience of comprehensive assessment and mapping of factors of anthropogenic impact on the environment of Kryvyi Rih and Dniprodzerzhynsk regions]. Kyiv: Feniks Publ., 110 p. (in Ukrainian).
2. Gapon V.A. (2000). *Osobennosti zagryazneniya territorii saniatrno-zashchitnoy zony metallurgicheskogo kombinata tyazhelymi metalami tekhnogenogo proiskhozhdeniya* [Features of contamination of the sanitary and protection zone of metallurgical combine by heavy metals of anthropogenic origin]. *Dovkillya i zdorov'ya* [Environment and health], No. 3 (14), pp. 25–27 (in Ukrainian).
3. Hryshko V.M., Syshchykov D.V., Piskova O.M. (2012). *Vazhki metaly: nadkhodzheniya v grunty, translokatsiya u roslinakh ta ekolohichna nebezpeka* [Heavy metals: entering to the soil, translocation into plants and environmental hazards]. Donets'k: DonbasPubl., 302 p. (in Ukrainian).
4. Savosko V.M. (2000). *Soderzhanie podviznykh form tyazhelykh metallov v pochvakh, prilegayushchikh k Severnomu gornoobogatitelnomu kombinatu (Krivbass)* [The content of mobile forms of heavy metals in the soil adjacent in the North mining and processing Combine (Kryvbass)]. *Visnik DDU (Seriya: Biologiya. Ekolohiya)* [Bulletin of DDU], Iss. 8, vol. 2, pp. 64–69 (in Ukrainian).
5. Rевич B.A., Saet Yu.Ye., Smirnova R.S., Sorokina Ye.P. (1982). *Metodicheskie rekomendatsii po geokhimicheskoy otsenke zagryazneniya territoriy gorodov khimicheskimi elementami (MR No. 5174-90)* [Methodical recommendations on the geochemical assessment of contamination zones by chemical elements of urban areas (MR № 5174-90)]. Moscow: IMGRE Publ., 112 p. (in Russian).
6. Arinushkina Ye.V. (1970). *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv* [Guidance on chemical analysis of soil]. Moscow: Izdatelstvo Moskovskogo un-ta Publ., 490 p. (in Russian).
7. Kauricheva I.S. (1986). *Praktikum po pochvovedeniyu* [Workshop on Soil science]. Moscow: AgropromizdatPubl., 336 p. (in Russian).
8. Lakin G.F. (1990). *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Vyssh. Shkola Publ., 528 p. (in Russian).
9. Silich I.O. (2013). *Vmist rukhomykh form vazhkykh metaliv v edafotopakh rekreatsinykh ta promyslovykh zon Kryvorizhzhya* [The content of mobile forms of heavy metals in edafotopah recreational and industrial zones of Kryvorizhzhya region]. *Gruntoznavstvo* [Soil Science], Vol. 14, no. 3–4, pp. 35–42 (in Ukrainian).
10. Tarasova V.V., Malynovskyy A.S., Rybak M.F. (2007). *Ekolohichna standartyzatsiya i normuvannya antropogenoho navantazheniya na pryrodne seredovyshche* [Environmental standardization and regulation of anthropogenic load on the environment]. Kyiv: Tsentр uchbovoyi literaturyPubl., pp. 203–206 (in Ukrainian).

ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ ТРИБИ *TRITICEAE* У ДИНАМІЦІ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ЕДАФОТОПІВ

І.В. Гриник¹, Т.З. Москалець², В.В. Москалець²

¹ Інститут садівництва НААН

² Білоцерківський національний аграрний університет

Встановлено, що науково обгрунтоване використання побічної продукції і сидератів тритикале озимого сорту Славетне в умовах поліського та лісостепоного екоотопів активізує діяльність мікробного різноманіття ґрунту та підвищує продуктивність зернобобових і круп'яних культур. Визначено, що для чорноземів типових лісостепоного екоотопу оптимальним та екологічно-доцільним є поєднання соломи з тритикале (4–6 т/га) та N_{60} , а для дерново-підзолистих ґрунтів поліського екоотопу — соломи (4–6 т/га) та N_{90} , що забезпечує високу активність мікроорганізмів ґрунту — іммобілізує азотофілну мікробіоту і мобілізує целюлозоруйнівну мікрофлору.

Ключові слова: науково обгрунтовані елементи технології, екологічний стан едафотопів, продуктивність агрофітоценозів.

Наслідком зникнення біорізноманіття може стати руйнування існуючих екологічних зв'язків та деградація природних і природно-штучних угруповань, неспроможність до саморегуляції, що спричинятиме їх зникнення. Подальше скорочення біорізноманіття може призвести до його дестабілізації, втрати цілісності біосфери та її здатності до автореабілітації, внаслідок чого вона стане непридатною для життя людини [1, 2]. Збереження біорізноманіття є одним з напрямів концепції збалансованого розвитку, що передбачає гармонізацію економічної, екологічної та соціальної складових розвитку, коеволюцію суспільства та біосфери і базується на природоохоронних принципах управління природними системами [3–6].

Агроекосистеми зі спрощеною біоструктурою через зникнення низки угруповань втратили екологічну стійкість і здатність до біоценотичної саморегуляції та самовідновлення [7]. Сортова чисельність сільськогосподарських культур частково розв'язує проблему збереження біорізноманіття агроекосистем, збагачуючи банк

генофонду фітоценозу [8–10]. Стрімке знищення біологічного різноманіття та гумусу в ґрунтах унаслідок постійного використання агрохімікатів зумовлює щорічні втрати 10–15 млн га сільськогосподарських земель. Так, рівень вмісту гумусу в ґрунтах нашої країни знизився за останні 10 років удвічі, а рівень ерозійних процесів у деяких областях відповідає значенням екологічної катастрофи. Українські ґрунти увійшли в стадію критичного «шокового стану». Наукові дослідження та практичний досвід свідчать, що органічні методи землеробства відновлюють біологічний баланс ґрунтів уже через 3–5 років [11]. За нинішніх умов різкого дефіциту внесення відходів тваринництва та мінеральних добрив у ґрунти агроекосистем доцільним є науково обгрунтоване внесення зеленого добрива [12], соломи [13] та іншої побічної продукції рослинництва [14–16]. Тому дослідження, пов'язані з одержанням стабільної продуктивності агрофітоценозів завдяки активізації біологічної активності едафотопів, за внесення різних компонентних ресурсів органічних добрив — сидера-

тів, соломи, у т.ч. з пшенично-житніх гібридів (тритикале), нині є актуальним.

Мета дослідження — вивчити вплив соломи та зеленої маси пшенично-житніх гібридів на підвищення родючості ґрунту.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові дослід з вивчення впливу соломи, зеленої маси пшенично-житніх гібридів озимого сорту Славетне на продуктивність ярих культур (сої сорту Устя, гречки сорту Крупинка) проведено впродовж 2009–2013 рр. на стаціонарах дослідного поля навчально-наукового дослідного центру Білоцерківського національного аграрного університету (лісостеповий екотоп) і Інституту сільського господарства Полісся НААН (с. Грозине, поліський екотоп) та на виробництвах фермерських господарств центральної частини України (ФГ «Вакула» Фастівський р-н, СПГ «Приндюк» Сквирський р-н, Київська обл.). Площа варіанта дослід становила 35 м², облікова — 30 м². Залежно від умов закладання дослідів, культурами-попередниками для тритикале озимого були використані суміш. У досліді був використаний середньорослий, середньостиглий сорт тритикале озимого Славетне (оригінатор сорту — Носівська селекційно-дослідна станція Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН).

Варіанти досліджень: контроль (без добрив), солома (6 т/га), солома (6 т/га) + N₃₀, солома (6 т/га) + N₆₀, солома (6 т/га) + N₉₀ та варіанти з мікробним препаратом Діазобактерин.

Закладання дослідів, спостереження, облік урожайності культур здійснювали за загальноприйнятою методологією [17]. Чисельність мікроорганізмів деяких еколого-трофічних груп визначали за Д.Г. Звягінцевим [18]. Целюлозолітичну активність ґрунту визначали в основні фази вегетації рослин методом аплікацій у трикратному повторенні шляхом закладання лляного полотна методом В.І. Штатнова [19]; кількість та масу бульбочок — за методикою Г.С. Посипанова [20]; фітотоксичність ґрунту за О.О. Берестецьким [21]. Мате-

матичну обробку даних проводили методами кореляційно-регресійного аналізу та варіаційної статистики на персональному комп'ютері із використанням спеціальних пакетів програм Statistika 6.0 та Excel-2003.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Мульчування поверхні ґрунту соломою та іншими рослинними рештками — традиційний метод у землеробстві. Відомо, що з 5 т соломи з тритикале озимого на 1 га ріллі надходить близько 30 кг азоту, 8 — фосфору, 90 — калію, 15 — кальцію, 5 — магнію (цієї кількості елементів живлення, за винятком азоту, вистачить для отримання врожаю зерна понад 2 т/га). За результатами проведених нами досліджень встановлено, що в лісостеповому та поліському екотопах своєчасно внесені азотні добрива разом із побічною продукцією тритикале (внесена в ґрунт солома) сприяють підвищенню продуктивності наступних культур у сівозміні. Зокрема, у варіанті із застосуванням соломи з тритикале озимого (6 т/га) та аміачної селітри у дозі 60 і 90 кг у д.р. врожайність зерна гречки посівної сорту Крупинка в умовах Житомирського Полісся збільшувалася на 25 і 27,4% та 19,2 і 30,7% порівняно з контролем та варіантом із внесенням лише соломи, а в агроєкосистемах центральної частини Лісостепу — на 47,1 і 52,9 та 66,7 і 73,3%, 15,8 і 52,6 та 29,4 і 70,6% відповідно. Аналогічна закономірність спостерігається і в посівах сої сорту Мрія, що підтверджує ефективність пролонгованої дії комплексного застосування побічної продукції тритикале озимого та азотних добрив у дозі N₆₀ і N₉₀. Позитивний вплив також зафіксовано під час визначення площі листової поверхні сої, нодулюючої здатності бобово-ризобіальної системи та врожайності зерна. Утворення бульбочок на коренях рослин сої на контролі та у варіанті із застосуванням лише соломи відбувалося повільно або вони зовсім не утворювалися порівняно з нодулюючою здатністю бобово-ризобіальної системи у варіантах із внесенням соломи та азотних добрив у дозі N₆₀. Ефект застосу-

вання соломи і мінерального азотного добрива надав можливість сформувавши такий за їх значущістю ряд: солома з тритикале + N₆₀ > солома з тритикале + N₉₀ > солома з тритикале + N₃₀. Кореляційний аналіз засвідчив, що у разі застосування соломи з тритикале + N₉₀ спостерігається негативна достовірна кореляція ($r = -0,48 \pm 0,06$) між висотою рослин і масою зерен порівняно з застосуванням соломи з тритикале + N₆₀ ($r = 0,67 \pm 0,09$). Аналіз даних з визначення елементів структури врожайності сої засвідчив, що сорт сої Мрія формує більшу кількість бобів і зерен на фоні застосування соломи і мінерального добрива в дозі N₆₀ порівняно з контролем, унаслідок чого кількість бобів збільшується на 53–57%, кількість і маса зерен з однієї рослини — на 62–66%; показники висоти рослин і висоти прикріплення нижнього бобу не змінювалися й були на рівні контролю (таблиця).

Таку особливість можна пояснити тим, що для чорноземів типових формула добрива — солома 6 т/га + N₆₀ та для дерново-підзолистих — солома 6 т/га + N₉₀ забезпечує найбільшу активність орного шару ґрунту, а саме: азот у дозі N₆₀ іммобілізує азотофільну мікробіоту (покриває її азотне живленням) і іммобілізує целюлозоруйнівну мікрофлору.

Отже, в умовах Центрального Лісостепу на чорноземах типових застосування соломи з тритикале озимого (6 т/га) і аміачної селітри в дозі N₆₀ і в умовах Житомирського Полісся на дерново-підзолистих — соломи 6 т/га + N₉₀ є оптимальним і науково обґрунтованим рішенням стратегічного питання з інтенсивної мінералізації побічної продукції та включення її у трофічну структуру ґрунту, підвищення врожайності зерна зернових і зернобобових культур, а також заощадження матеріальних ресурсів.

З'ясовано, що застосування лише соломи з тритикале озимого як добрива під гречку і сою не забезпечує підвищення врожайності цих культур, оскільки солома виснажує ґрунт на азот і призводить до підвищення алелопатичних проявів мікробного і фунгального комплексу відносно рослин. За низької культури землеробства та інших несприятливих агроекологічних чинників відбувається активізація мікроорганізмів з групи мікроміцетів і грибів, які пригнічують ферментативну активність корисної з погляду агрономії мікрофлори, що відбивається на екологічному стані ґрунту і якості продукції рослинництва. Водночас встановлено, що використання лише соломи з тритикале озимого як до-

Вплив побічної продукції з тритикале озимого і аміачної селітри на структуру рослин сої (лісостеповий екотоп, середнє за 2010–2012 рр.)

Назва варіанта	Морфологічні параметри рослин					
	висота рослин, см	кількість бобів на рослині, шт.	кількість зерен з рослини, шт.	маса зерен з рослини, г	маса 1000 зерен, г	висота прикріплення нижнього бобу, см
Контроль	89,5±2,2	27,2±2,5	53,5±4	7,2±0,6	118,1±2,8	8±0,5
Солома (6 т/га)	89,4±2,1	29,3±2,1	53,6±4,2	7,6±0,6	124,5±5,1	8±0,5
Солома (6 т/га) + N ₃₀	94,8±2,3	42,3±4,4	77,3±7,1	11,7±1,2	124,1±2,6	9±0,4
Солома (6 т/га) + N ₆₀	93,6±1,9	41,1±3,1	76,2±6	11,8±1,1	128,7±2,3	9±0,5
Солома (6 т/га) + N ₉₀	101,2±2,3	33,7±3,3	65,5±6	9,0±0,8	123,4±3,1	9±0,7

брива спричиняє істотне накопичення токсичних продуктів мікозного і мікробного компонентів ґрунту, а також пригнічення розвитку рослин-індикаторів. Слід додати, що у варіанті із застосуванням соломи проростки рослин-індикаторів з'являлися на 2–3 доби пізніше та істотно відрізнялися за біометричними параметрами порівняно з контролем і варіантами з комплексним застосуванням соломи і мінерального азотного добрива.

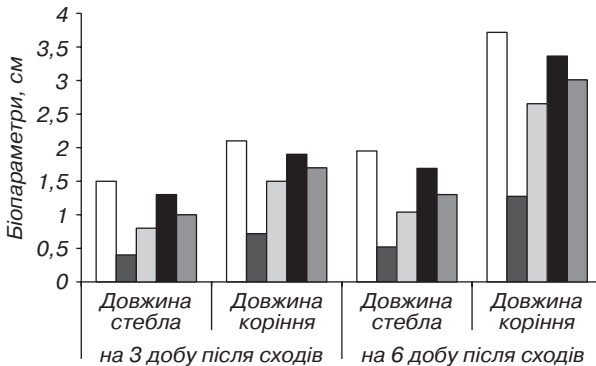


Рис. 1. Біопараметри тест-культури редису (*Raphanus sativus* L.) залежно від варіанта дослід: □ — контроль; ■ — солома з трикале (6 т/га); □ — солома з трикале (6 т/га) + N₃₀; ■ — солома з трикале (6 т/га) + N₆₀; □ — солома з трикале (6 т/га) + N₉₀

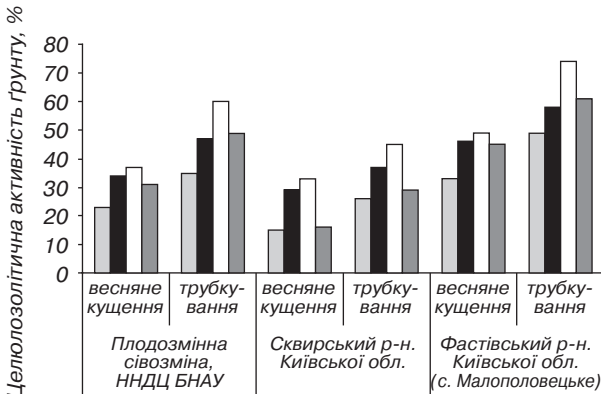


Рис. 2. Целюлолітична активність ґрунту залежно від системи удобрення за вирощування тритикале озимого на зелене добриво (середнє за 2009–2012 рр.): □ — контроль (без добрив); ■ — мінеральні добрива (NPK)₃₀; □ — мінеральні добрива (NPK)₆₀; ■ — Діабактерин

Під час визначення рівня фітотоксичної активності ґрунту встановлено, що комплексне застосування соломи з тритикале озимого і мінерального азотного добрива в дозі N₆₀ є доцільнішим за станом ґрунту порівняно з іншими варіантами (рис. 1). З'ясовано, що підвищення дози азотних добрив збільшують у 1,3–1,6 раза чисельність мікроміцетів та у 1,8–2,3 раза стрептоміцетів, що інгібує активність евтрофних мікроорганізмів, які розкладають органічні форми азоту.

Одним із способів оптимізації поживного режиму ґрунтів і поліпшення їх фізико-хімічних властивостей є застосування сидератів та побічної продукції на добриво. Але нині немає єдиної думки щодо ефективності цих добрив.

З'ясовано, що найбільша целюлозоруйнівна активність ґрунту спостерігається у варіантах із застосуванням мінеральних добрив у дозі (NPK)₆₀ та (NPK)₃₀ + Діабактерин (рис. 2).

Це сприяло істотному підвищенню схожості насіння та зниженню фітотоксичної активності ґрунту (рис. 3).

Також було встановлено, що на фоні застосування сидерата алелопатичний вплив токсинів ґрунтових грибів на проростки рослин (P > 0,95) зменшується, в т.ч. для чорнозему типового середньогумусного — на 43%, чорнозему типового легкосуглинкового — на 38, чорнозему звичайного малогумусного легкосуглинкового — на 27% порівняно з контролем. З'ясовано, що бажаний ефект впливу сидерата з тритикале на зниження фітотоксичності ґрунту проявляється лише на 7–10 добу за умови своєчасного скошування та загортання у зволожений ґрунт (60% повної вологості) органічної маси.

Так, проростки рослин у варіантах сівби ярих культур на момент внесення сидератів у ґрунт розвиваються слабше порівняно з про-

ростками у варіантах за сівби в 10-денний термін їх зароблення, тому такий біологізований агрозахід для вирощування сої та гречки сприяє покращенню ґрунтів щодо стану проростків рослин і мікробіоти едафічного середовища.

Аналогічні результати було одержано й на посівах гречки, що позитивно вплинуло на врожайність зерна у варіанті із застосуванням сидерата — зросла на 0,5 і 0,8 т/га порівняно з контролем. З'ясовано, що комплексне застосування сидерата з тритикале озимого (2,5 т/га), вирощеного на фоні N_{30} та мікробного препарату Діазобактерин (про що свідчать показники врожайності зерна), еквівалентне застосуванню сидерата та азотних мінеральних добрив у дозі N_{30} .

Післядія сидерата, вирощеного за різних заходів, істотно відображається й на покращенні стану бобово-ризобіальної системи «*Glycine max* — *Bradyrhizobium japonicum*», а саме, сприяє істотному збільшенню кількості бульбочок на корінні сої порівняно з контролем (без добрив), зокрема, у разі комбінування сидерата з мінеральними добривами у дозі N_{30} (рис. 4).

Підвищення азотних добрив до N_{60} спричиняє зменшення кількості бульбочок. Слід відзначити, що бульбочки у варіанті із застосуванням сидерату + N_{30} на зрізі мають рожеве забарвлення через наявність леггемоглобіну — індикатора високої функціональної активності бульбочкових бактерій, місцем локалізації бульбочок є центральна частина кореня рослини. Активність бобово-ризобіальної системи «*Glycine max* — *Bradyrhizobium japonicum*» у варіантах із застосуванням сидерата з помірними дозами азотних добрив сприяє покращенню стану агрофітоценозу сої загалом, що позитивно вплинуло на врожайність зерна.

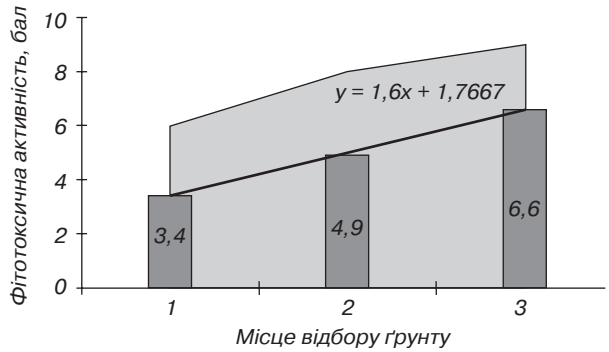


Рис. 3. Фітотоксична активність ґрунту різних екоотопів залежно від варіанта дослідів, середнє за 2009–2012 рр.: 1 — Білоцерківський р-н; 2 — Сквирський р-н; 3 — Фастівський р-н (Київська обл., лісостеповий екоотоп): □ — контроль; ■ — зелене добриво

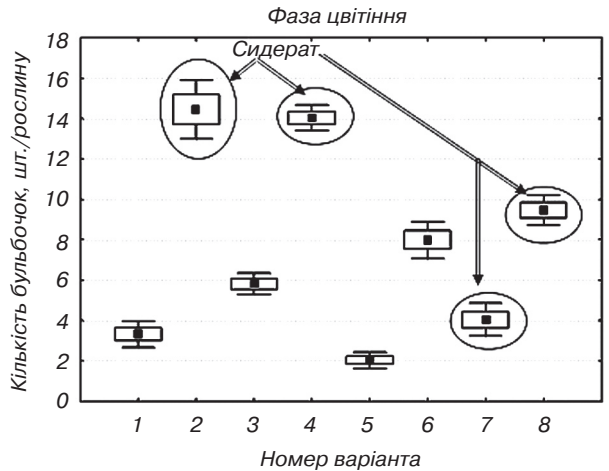


Рис. 4. Кількісні параметри стану бобово-ризобіальної системи агрофітоценозу сої залежно від варіанта дослідів: 1 — контроль (без добрив); 2 — сидерат, 2,5 т/га + N_{30} ; 3 — $(NPK)_{30}$; 4 — сидерат, 2,5 т/га + $(NPK)_{30}$; 5 — N_{60} ; 6 — $(NPK)_{60}$; 7 — сидерат + N_{60} ; 8 — сидерат + $(NPK)_{60}$ (середнє за 2009–2011 рр., фермерське господарство Фастівського р-ну)

Встановлено, що в умовах лісостепового екоотопу врожайність зеленої маси тритикале озимого сорту Славетне становить в середньому 3,4 т/га. Комплексне застосування мікробного препарату Діазобактерин та стартових доз мінеральних добрив $(NPK)_{30}$ сприяє збільшенню врожайності зеленої маси тритикале на 18–20 %. Так, на посівах тритикале озимого сорту Славетне

застосування мінеральних добрив у дозі (НРК)₃₀ і (НРК)₆₀ та мікробного препарату Діазобактерин підвищує біологічну активність ґрунту — мінералізацію органічних решток та целюлозолітичну активність в 1,5 і 3 та 1,2 і 1,9 раза відповідно порівняно з варіантами без добрив та із застосуванням лише мінеральних добрив. З'ясовано, що використання зеленого добрива з тритикале озимого зменшує фітотоксичну активність ґрунту: для чорнозему типового середньогумусного — на 43%, чорнозему типового легкосуглинкового — на 38, чорнозему звичайного малогумусного легкосуглинкового — на 27% порівняно з контролем. Застосування Діазобактерину для вирощування тритикале озимого на сидерат зменшує токсичну активність ґрунту для наступної культури на 62% порівняно з контролем та на 47 і 24% порівняно з варіантами застосування (НРК)₆₀ та (НРК)₃₀ відповідно. З'ясовано, що комплексне застосування сидерата з тритикале озимого сорту Славетне та стартової дози мінеральних добрив у дозі N₃₀ активізує стан рослинно-мікробної системи, про що свідчить збільшення кількості бульбочок на корінні сої та підвищення врожайності зерна сої та гречки.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що науково обґрунтоване використання побічної продукції і сидерата з тритикале озимого сорту Славетне в умовах поліського та лісостепоного екоотопів активізує діяльність мікробного різноманіття

ґрунту та підвищує продуктивність зернобобових і круп'яних культур. На посівах сої та гречки використання зеленої маси (2,5 т/га) з тритикале озимого середньорослих сортів, сформованої на фоні комплексного застосування мінеральних азотних добрив у дозі (НРК)₃₀₋₆₀ і передпосівної обробки активними штамми асоціативних азотфіксаторів (Діазобактерин) активізує целюлозолітичну активність ґрунтів — на 18 і 29%, зменшення їх фітотоксичної активності — на 26 і 43% та збільшення врожайності зерна на 0,5 і 0,8 т/га порівняно з контролем (без добрив). Встановлено, що мульчування поверхні ґрунту соломкою з тритикале озимого сорту Славетне за своєчасного внесення азотних добрив (N₆₀₋₉₀) підвищує врожайність гречки сорту Крупинка в умовах Житомирського Полісся на 27,4 і 19,2%, Центрального Лісостепу — на 17,1 і 15,8% порівняно з контролем та варіантом із внесенням лише соломи відповідно. Ефективність пролонгованої дії комплексного застосування побічної продукції тритикале озимого та азотних добрив у дозі N₆₀ і N₉₀ відзначено на посівах сої сорту Устя, що підтверджується істотним (P = 0,95) підвищенням площі листової поверхні, нодуючої здатності бобово-ризобіальної системи та врожайності зерна культури. За застосування соломи з тритикале + N₉₀ спостерігається негативна достовірна кореляція ($r = -0,48 \pm 0,06$) між висотою рослин і масою зерен порівняно із застосуванням соломи з тритикале + N₆₀ ($r = 0,66 \pm 0,09$).

ЛІТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере / В.И. Вернадский // Успехи биологии. — 1944. — № 18. — Вып. 2. — С. 113–120.
2. Одум Ю. Экология: в 2-х т. — Пер. с англ. — М.: Мир, 1986. — Т. 1. — С. 32–78. — Т. 2. — С. 31–116.
3. Ситник К.М. Стійкий розвиток суспільства і біологічна біорізноманітність / К. М. Ситник // Укр. ботан. журн. — 1997. — № 54 (4). — С. 317–323.
4. Cromwell E., Cooper D. and Mulvaney P. 2001. Defining agricultural biodiversity. Chapter 1 In Conservation and Sustainable Use of Agricultural Biodiversity, a Sourcebook. CIP-UPWARD in partnership with GTC GmbH, IRDC of Canada, IPGRI and SEARICE.
5. Голубець М.А. Біотична різноманітність і наукові підходи до її збереження / М.А. Голубець. — Львів: Ліга-Прес, 2003. — 31 с.
6. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Роль біорізноманітності на сучасному етапі цивілізації / Ю.Р. Шеляг-Сосонко // Укр. ботан. журн. — 2010. — № 67 (1). — С. 3–15.
7. Зубков А.Ф. Биогенотические объекты-элементы и подходы к их изучению / А.Ф. Зубков // Экология. — 1996. — № 2. — С. 89–95.
8. Перспективи використання, збереження та відтворення агробіорізноманіття в Україні: монографія. — Вип. 3. Агробіорізноманіття / В.П. Патики, В.А. Соломаха, Р.І. Бурда, А.Л. Бойко та ін. — К.: Хімджест, 2003. — 256 с.

9. Нестеров Ю.В. Практичні поради зі збереження біорізноманіття у сільськогосподарських угіддях / Ю.В. Нестеров. — К.: Wetlands International Black Sea Programme, 2005. — 48 с.
10. Сорти та оптимальні системи вирощування озимої пшениці. — Вип. 7 / Відп. ред. В.В. Моргун. — К.: Логос, 2012. — 132 с.
11. Назаренко М. Земля і екологія: органічне земледілля в Україні — спосібом нагодувати весь світ [Електронний ресурс] / М. Назаренко. — Режим доступу: URL: <http://politdengi.com.ua/analitica/47041.html>
12. Бентежний талант хлібороба: штрихи до портрета агроеколога Семена Антонця / Укл.: В.М. Самородов, С.В. Поспелов; за наук. ред. В.М. Самородова. — Полтава: Дивовістіт, 2010. — 236 с.
13. Маслова Н.В. Ноосферне образование: монографія / Н.В. Маслова. — М.: И-т холодинамики, 2009. — 93 с.
14. Шикун М.К. Концепція біологічного землеробства на чорноземних ґрунтах / М.К. Шикун // Вісн. Харк. НАУ. — 2004. — № 1. — С. 237.
15. Сайко В.Ф. Землеробство ХХІ століття: проблеми та шляхи вирішення / В.Ф. Сайко // Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН. — К., 1999. — С. 131–139.
16. Гриник І.В. Збалансований розвиток агроєкосистем на прикладі Чернігівської області: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук зі спец. 03.00.16 — екологія / І.В. Гриник. — К., 2005. — 41 с.
17. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. — Вип. 1: Загальна частина / ред. В.В. Волкодав. — К.: АЛЕФА, 2000. — 100 с.
18. Звягинцев Д.Г. Методи почвенної мікробіології та біохімії / Д.Г. Звягинцев. — М.: МГУ, 1991. — 304 с.
19. Штатнов В.И. К методике определения биологической активности почвы / В.И. Штатнов // Докл. ВАСХНИЛ. — 1952. — № 6. — С. 27–33.
20. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха / Г.С. Посыпанов. — М.: Агропромиздат, 1991. — 300 с.
21. Берестецкий О.А. Простой метод обнаружения фитотоксических веществ, образуемых микроорганизмами / О.А. Берестецкий // Микробиол. журн. — 1972. — Т. 34, вып. 6. — С. 798–800.

REFERENCES

1. Vernadskij V.I. (1944). *Neskol'ko slov o noosfere* [Some words about noosphere]. *Uspеhi biologii* [The successes of biology], Iss. 2, No. 18, pp. 113–120 (in English).
2. Odum Ju. *Jekologija* [Ecology]. Moscow, Mir Publ., Vol.1, 2, pp. 32–78 (in Russian).
3. Sytnyk K.M. (1997). *Stijkiy rozvytok suspil'stva i biologichna bioriznomanitnist* [Sustainable development of society and biological biodiversity], Ukrainian Botanical Journal, No. 54 (4), pp. 317–323 (in Ukrainian).
4. Cromwell E., Cooper D. and Mulvany P. (2001). Defining agricultural biodiversity. Chapter 1, Conservation and Sustainable Use of Agricultural Biodiversity, Sourcebook. CIP-UPWARD in partnership with GTC GmbH, IRDC of Canada, IPGRI and SEARICE (in English).
5. Gholubecj M.A. (2003). *Biotychna riznomanitnist i naukovi pidkhody do yii zberezhenia* [Biotic diversity and scientific approaches to its conservation]. Lviv: Ligha-Pres Publ., 31 p. (in Ukrainian).
6. Sheliah-Sosonko Yu.R. (2010). *Rol bioriznomanitnosti na suchasnomu etapi tsyvilizatsii* [The role of biodiversity at the present stage of civilization]. Ukrainian Botanical Journal, No. 67 (1), pp. 3–15 (in Ukrainian).
7. Zubkov A.F. (1996). *Biogeotsenoticheskie obekty elementy i podkhody k ikh izucheniu* [Biogeocenotic objects, elements and approaches to their study]. Ecology Publ., No. 2, pp. 89–95 (in Russian).
8. Patykh V.P., Solomakha V.A., Burda R.I., Bojko A.L. et.al. *Perspektyvy vykorystannia, zberezhenia ta vidtvorennia aghrobioriznomanitnja v Ukraїni: monohrafija* [Prospects for the use, conservation and restoration of biodiversity in Ukraine: monograph]. Kyiv, Khimdzhest Publ., Agrobiodiversity, Vol. 3, 2003, 256 p. (in Ukrainian).
9. Nesterov Ju.V. (2005). *Praktychni porady zi zberezhenia bioriznomanitnja u sil'skogospodars'kykh ughiddjakh* [Practical advices for biodiversity conservations in agricultural lands]. Kyiv, Wetlands International Black Sea Programme, 48 p. (in Ukrainian).
10. Morghun V.V. Edit. (2012). *Sorty ta optimaljni systemy vyroshhuvannia ozymoї pshenyци* [Varieties and optimal systems of winter wheat cultivation]. Kyiv, Loghos Publ., Iss.7, 132 p. (in Ukrainian).
11. Nazarenko M. (2012). *Zemlya i ekologiya: organicheskoe zemledelie v Ukraїne — sposobnost nakormit ves mir* [Earth and Environment: organic farming in Ukraine — the ability to feed the world]. *Politika i dengi* [Politics and money]. Available at: <http://politdengi.com.ua/analitica/47041.html> (Accessed 25 Dec 2012) (in Russian).
12. Samorodov V.M., Pospjelov S.V. (2010). *Bentezhnyj talant khliboroba: shtrykhy do portreta aghroekologha Semena Antoncja* [Restless talent of farmer: touches to the portrait of agroecologist Semen Antontsya]. Poltava: Dvovstvit Publ., 236 p. (in Ukrainian).
13. Maslova N.V. *Noosfernoe obrazovanie: monografija* [Noospheric education: monography]. Moscow, I-t kholodinamiki Publ., 2009, 93 p. (in Russian).
14. Shykula M.K. (2004). *Koncepcija biologichnogho zemlerobstva na chornozemnykh gruntakh* [The concept of biological agriculture on black soils]. *Visn. Khark. NAU* [Scientific Bulletin of the Kharkiv University], No.1, p. 237 (in Ukrainian).
15. Sajko V.F. (1999). *Zemlerobstvo XXI stolittja: problemy ta shljaky vyrishennja* [Agriculture of the XXI century: problems and solutions]. Collection of scientific papers of the Institute Agriculture of the UAAS, Kyiv, pp. 131–139 (in Ukrainian).

16. Hrynyk I.V. (2005). «Balanced development of agro-ecosystems on the example Chernihiv region», Abstract of Doctor of Agricultural Sciences dissertation, Ecology, Institute of Agroecology and Biotechnology of the UAAS, Kyiv, Ukraine, 41 p. (in Ukrainian).
17. Volkodav V.V. (2000). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur* [Methodology of state sort testing of agricultural crops]. *Derzhavna komisiiia Ukrainy po vyprobuvanniu ta okhoroni sortiv Roslyn* [State Commission of Ukraine for Testing and Protection of Plant Varieties]. Kiev: Alefa Publ., Vol. 1 [general part], 100 p. (in Ukrainian).
18. Zvyagintsev D.G. (1991). *Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimi* [Methods of soil microbiology and biochemistry]. Moscow, MHU Publ., 304 p. (in Russian).
19. Shtatnov V.I. (1952). *K metodike opredeleniya biologicheskoy aktivnosti pochvy* [Towards the method of determining the biological activity of soil]. *Dokl. VASKhNIL Publ.*, No. 6, pp. 27–33 (in Russian).
20. Posypanov G.S. (1991). *Metody izucheniya biologicheskoy fiksatsii azota vozdukha* [Methods of studying the biological fixation of atmospheric nitrogen]. Moscow: Agropromizdat Publ., 300 p. (in Russian).
21. Berestetskiy O.A. (1972). *Prostoy metod obnaruzheniya fitotoksicheskikh veshchestv, obrazuemykh mikroorganizmami* [A simple method for phytotoxic substances determination that are produced by microorganisms]. *Mikrobiol. zhurn.* [Microbiological journal], Vol. 34, Iss. 6, pp. 798–800 (in Russian).

UDK 633.853.52:633.954/477.4.85/

SOYBEAN PERFORMANCE DEPENDING ON THE PROTECTIVE MEASURES APPLICATION

V. Derev'yanskyi

**Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН**

Наведено результати багаторічних досліджень видового складу бур'янів та їх шкідливості у фітоценозі сої. Виявлено комплекс заходів захисту, що сприяють зменшенню чисельності та шкодочинності бур'янів у посівах культури.

Ключові слова: *фітоценоз сої, бур'яни, шкодочинність, гербіциди, продуктивність сої.*

At present the problem of protecting crops from weeds is one of the most important. It has been established that in the absence of necessary level of protection against weeds in agricultural crops in the area of Forest steppe weeds from the soil can absorb most accessible forms of the compounds mineral nutrients: nitrogen – to 160–200 kg/ha; phosphorus – up to 55–90 kg/ha; potassium – to 170–250 kg/ha. Loss of vegetation common soybean and weeds can reach 20–50% in normal-row method of sowing and 40–80% or more – in wide-crops. Competitive weed activity in stressful conditions is intensified maximum, particularly under low moisture and high soil temperatures.

Only from the upper (0–5 cm) soil, and from it more than 80% of all plants weeds sprout, and under favourable weather conditions and sufficient moisture in the steppe during the growing season, on average, in 2337 units/ha weed are able to grow.

According to FAO, the average losses from weeds in the world agriculture exceed 20 milliard dollars United States [1–3, 88–89].

Purpose. Establishing harmfulness of weed coenosis in soybean crops and investigating measures to protect plants from weeds.

Task. Experimental investigating the species and number of weeds and identifying effective agronomic and chemical measures of soybean protection.

The object of the study was soybean crops and harmfulness of weed coenosis for crop performance.

MATERIALS AND METHODS

Research was performed during 1984–2014 in PSATU and KSAES IFAP NAAS.

The potential infestation of arable soil was carried by sampling with drill set in 10–30 points each field and the subsequent laundering them on sieves with 0.25 mm diameter holes. After drying weed seeds were separated and counted and then transferred to 1 m² and 1 hectare. In soybean crops structure was determined by species of weeds determinant and weight of weeds by gravimetric method. Area of accounting plots was 25–50 m² with triple and quadruple repetition, and random and systematic placement.

Field experiments to detect biological and chemical efficiency of farming methods were performed in accordance with conventional methods [3].

Herbicides were applied with knapsack sprayer before sowing in the soil and in the phase of 2–3 true leaves of soybean with working solution consumption rate of 200 liters/ha. Soybeans were sown with wide-row spacing of 45 cm and course-lines with a width of 15 cm between rows.

RESULTS AND DISCUSSION

Examination of experiments and farms located in the right-bank forest-steppe showed that the arable soil layer has an average from 400 to 3800 pcs./m² or 400 mln. pcs./ha to 3.8 milliard pcs./ha seeds of annual weeds. In

the ground seeds of annual weeds are prevailing and make up 87–90% of the total. In more than two-thirds of arable land the level of debris and weed-infested crops has increased dramatically and such perennial weed species cause particularly high harmfulness. First of all, they are pink thistle, sow-thistle yellow thistle garden, couch, bindweed field and others.

We studied the formation of weed species in soybean crops. Observations have found that soy was littered with 65 weed species of different biological groups. The dominant ones among them are 42 species. In average during the years of observations on 1 m² we counted 133.4 weeds with their weight of 1997.5 g/m³, including annual crops which made 59.5%, and dicotyledonous ones which made up to 40.5%.

More often we met those species which have the closest match of agrobiological peculiarities to crop (yellow foxtail, Echinochloa crus-galli, lamb's quarters, amaranth species, small-flower galinsoga, shepherd's purse, Talabani field, bitterling rough, horse daisy and others). Perennial species made up 1.4% of agrocenoses but harmfulness of thistles bindweed field and couch was great because of their resistance to chemical farming and population control measures. Average annual yield losses of soybean seeds from harmfulness of weed coenosis makes 7.1–16.2 kg/ha, or 30–80% (Table 1).

Table 1

Soybean agrocenosis weediness under meteorological conditions 1984–2014 years

No.	Years of observation	Total of weeds and their weight		Including annual				Meteorological indicators		
				monocotyledonous		dicotyledonous		precipitation, mm		HTC
		pieces/m ²	g/m ²	pieces/m ²	%	pieces/m ²	%	per year	during the growing season	
1	1984	85.1	512.3	48.4	68.6	26.7	31.4	547.0	424.1	1.68
2	1985	90.4	501.4	60.3	66.7	30.1	33.3	636.1	398.4	1.48
3	1986	75.6	381.6	42.5	56.2	33.1	43.8	591.0	324.2	1.0
4	1987	70.9	235.5	52.7	74.3	18.2	25.7	591.8	410.6	1.46
5	1988	121.4	782.3	70.4	58.0	51.0	42.0	619.6	454.1	1.68

No.	Years of observation	Total of weeds and their weight		Including annual				Meteorological indicators		
				monocotyledonous		dicotyledonous		precipitation, mm		HTC
		pieces/m ²	g/m ²	pieces/m ²	%	pieces/m ²	%	per year	during the growing season	
6	1989	86.2	1403	56.8	65.9	29.4	34.1	675.2	516.5	1.7
7	1990	110.5	2158	85.2	77.1	25.3	22.9	401.1	226.8	0.87
8	1991	168.4	2310.1	110.8	65.8	57.6	34.2	749.5	441.2	1.51
9	1992	175.9	2176	125.7	71.5	50.2	28.5	523.7	279.0	0.92
10	1993	253.4	3127	184.5	71.6	71.9	28.4	624.1	426.0	1.7
11	1994	269.8	3362	196.3	72.8	73.6	27.2	603.1	470.8	1.91
12	1995	242.0	2908	178.1	73.6	63.9	26.4	521.2	366.0	1.38
13	1996	83.4	910.9	50.2	60.2	33.2	39.8	546.1	350.6	1.21
14	1997	78.5	2015.1	33.6	42.8	44.9	57.2	556.8	420.4	1.4
15	1998	115.4	1967.4	60.1	52.1	55.3	47.9	803.7	597.1	1.86
16	1999	101.6	2105.9	52.5	51.7	49.1	48.3	1086.7	669.2	2.08
17	2000	92.3	1803.5	48.3	52.3	44.0	47.7	1000.0	661.3	2.52
18	2001	56.6	2041	25.4	44.9	31.2	55.1	1136.9	755.8	2.74
19	2002	51.7	1605	24.9	48.2	26.8	51.8	1006.5	783.6	2.62
20	2003	181.3	3401	89.7	49.5	91.6	50.5	723.7	525.4	1.5
21	2004	179.8	2813	113.6	63.2	66.2	36.8	939.6	661.7	2.2
22	2005	167.1	1854	123.4	73.8	43.7	26.2	956.7	483.4	1.64
23	2006	212.5	3015	98.7	46.4	113.8	53.6	1035.2	750.5	2.38
24	2007	301.6	3622	166.3	55.1	135.3	44.9	1097.8	733.8	2.38
25	2008	60.9	1548	29.4	48.3	31.5	51.7	1205.4	773.7	2.18
26	2009	66.7	1353	30.3	45.4	36.4	54.6	944.3	651.1	1.64
27	2010	134.1	1837	80.8	60.3	53.3	39.7	1320.2	841.8	2.54
28	2011–2014	101.5	4181	50.4	49.6	51.1	50.3	851.7	588.5	1.82
	Average	133.4	1997.5	81.8	59.5	51.4	40.5	796.2	535.2	1.8

Grass weeds were presented with yellow foxtail (*Setaria glauca* (L.) P. Beauv.) – 55.0 pcs./m² and Echinochloa crus-galli (*Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv.) – 24.2 pcs./m². Predominant representatives of flowering weeds were lamb's quarters (*Chenopodium album* L.) – 24.7 pcs./m², with ahnuta amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.) – 11.6 pcs./m², blue scorpion grass (*Galinsoga parviflora* Cav.) – 4.2 pcs./m², shepherd's purse (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.) –

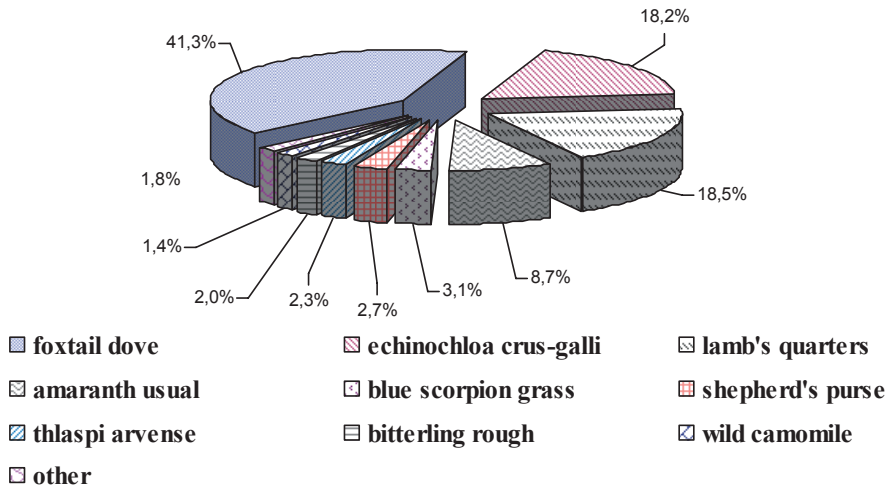
3.6 pcs./m², talabani field (*Thlaspi arvense* L.) – 3.1 pcs./m², bitterling rough (*Persicaria scabra* (Moench) Moldenke) – 2.6 pcs./m², wild camomile (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.) – 2.4 pcs./m², other wild thistles (*Sonchus arvensis* L.), garden thistles (*Sonchus oleraceus* L.), bindweed field (*Convolvulus arvensis* L.) and couch (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) – 1.8 pcs./m² (Table 2, Figure). We established that soybean crops are infested with mainly annual cereal and

Table 2

Soybean weed harmfulness depending on the using protection measures

No.	Variant	Years	Quantity weeds, pcs./m ² % death	The mass of weeds, g/m ² % death	Average yield, c/ha	Growth, ± to control c/ha
1.	Control C/0*	1984–1987	$\frac{80.5}{0}$	$\frac{407.7}{0}$	7.1	0
2.	Control C/1**		23.7	24.1	9.0	1.9
3.	Applying of soil herbicide Acetal (atsetohlor) – 6.0 l/ha		99.3	99.2	16.5	9.4
1.	Control C/0	1990–1994	$\frac{244}{0}$	$\frac{3162.4}{0}$	5.8	0
2.	Control C/1		50.8	48.3	10.2	4.4
3.	Continuous application of Acetal (atsetohlor) – 5.0 l/ha		83.4	82.9	20.4	14.6
4.	Continuous banding of Acetal (atsetohlor) – 2.0 l/ha		71.3	73.8	19.1	13.3
1.	Control C/0	1992–2000	$\frac{148}{0}$	$\frac{2016}{0}$	6.3	0
2.	Continuous application of Acetal (atsetohlor) – 5.0 l/ha		80.7	81.0	14.9	8.6
1.	Control C/0	1993–1997	$\frac{86.4}{0}$	$\frac{803.4}{0}$	11.4	0
2.	Control C/1		35.6	36.7	16.1	4.7
3.	After germination application of tank mixtures Nabu 1.5 l/ha + Harmony – 10 g/ha		87.4	81.3	22.5	11.1
1.	Control C/0	1995–1997	$\frac{105}{0}$	$\frac{1262}{0}$	10.6	0
2.	Control C/1		66.6	60.1	15.5	4.9
3.	After germination application of tank mixtures Galaxy-Top – 1.5 l/ha + Poast 2.0 l/ha		98.9	96.4	26.8	16.2
1.	Control C/0	2001–2005	$\frac{122}{0}$	$\frac{181.4}{0}$	8.1	0
2.	Continuous application of Harnesses (atsetohlor) (2,0 l/ha)		86.8	83.4	22.9	14.8
1.	Control C/0	2005–2010	$\frac{108.4}{0}$	$\frac{1028}{0}$	10.4	0
2.	Applying of soil herbicide Harnes (atsetohlor) – 3.0 l/ha		95.1	93.4	18.8	8.4
3.	After germination application of Pivot – 1.0 l/ha		97.3	96.4	19.0	8.6
1.	After germination application of Basagran (2.0 l/ha) + Harmoni (10 g/ha) + Pantera (1.0 l/ha)	2010–2014	98.1	58.4	28.2	16.3
	Average	41	127.8	1442.1	17.8	9.5

Comment: * Control C/0 – without herbicides and protection measures, ** Control C/1 – without herbicides with agrotechnical protection measures.



Structure of weed species of soybean agrophytocenoses (average for the years 1984–2014)

dicotyledonous species. Number of perennial weeds makes up to 30% of the weed-infested. They appear mainly in the second half of the growing season of crops. For the purpose of processing soybean crop protection measures, taking into account the general and specific weed-infested and hydrothermal conditions in our study we looked at the effectiveness of farming and chemical methods of plant protection, especially the effectiveness of a number of preparations, their tank mixtures, range of actions in different ways and norms in their applying before and after planting and during the soybean growing season.

Our studies found that taking the density of soil layer made up 0–10 cm at the beginning of the growing season in all variants of the experiment did not change and was in the optimal range. But at the end of the growing season in areas with wide-sowing method (45 cm) we observed consolidation as the top layer (0–10 cm) within 1.33–1.39 and lower (10–30 cm) – 1.48–1.53 g/cm³.

Soil bulk density with the expansion of the rows increased, caused by the passage of tractors through aisle and intense rainfall during the growing season of crops. The usual row method of sowing marked topsoil compaction (0–10 cm).

The usual row method of sowing (15 cm) with the norm of seeding 900 thousand seeds/ha

(variety Zirnytsia), and before and after sprouting harrowing with following additional harrowing crops in phase one true leaf without making weed herbicide ensured weed reduction by 86% (in the check with the application of herbicide by 87%).

Conducting agronomic crop protection measures significantly affected the size of the surface assimilation soybean plants throughout the growing season and its effectiveness, which determines the purity of photosynthesis productivity, increasing this figure by 7.8%. Depending on the version of the protection crops from weeds from budding phase to the phase of ripening seeds net productivity of photosynthesis increased to 9.0–9.7 g/m² per day. This is because the soybean plants at this time strongly shaped leaf surface and had more intense dry weight accumulating on the options, free of weeds.

The greatest photosynthetic capacity was among soybean plants sown by wide-width method of row spacing (45 cm) and implementation of before and after sprouting harrowing in the phase of the 1 st true leaf crops – 181.6 thousand. m²×d./ha, which accordingly affected the formation of yield structural elements, seed productivity and product quality.

Using our developed agrotechnical weed control measures without using herbicides

provides 2.3–7.8% increase in yield with a simultaneous decrease in herbicide load on the soil and environment. We found that the total weediness was lower in the variant where Acetal (5.0 l/ha) was brought continuously under cultivation, destruction of weeds was 83.4%, including: cereals – 92.1 and dicotyledonous – 63.6%. The effect of belt applying of Acetal (2.0 l/ha) was slightly lower compared with the continuous application. The overall decline of weediness constituted only 71.3%, including: cereals – 80.0 and dicotyledonous – 51.1%. Before harvest weeds number in version with the herbicide application after sprouting of Galaxy-Top + Poast (1.5 + 2.0 l/ha) made up 12 units/m² or just 101.5 g/m² wet weight. Only some species resistant to this herbicide mixture preserved. Tank mixtures of herbicides on the basis of the Galaxy-Top + Poast were more suppressed to perennial and annual dicotyledonous weeds. Using tank mixtures with Bazahrán + Poast contributed to increasing productivity growth and amounted to 10.3–11.0 c/ha, Galaxy-Top with Harmony – 12.5 c/ha and Galaxy-Top with Poast – 16.2 c/ha (56.2%) (Table 2).

Over the years of studies we found out high effectiveness of the herbicide Acetal (2–6 l/ha), applied after sowing before crop germination. It influenced on weeds toxically throughout the soybean growing season. Before harvesting total weediness reduced by 83.8–95.9%, including cereals – by 92.9–99.7% and dicotyledonous – by 79.5–89.6%. This herbicide in such rates significantly reduced the number of such weeds as blue scorpion grass, ivy-chickweed, yellow foxtail, bristle grass, prickly grass by 91–100%, black nightshade – 88.4–100, pink thistle – 50.5–72.2 lamb's quarters – 68.3–89.6, amaranth usual – 64.2–98.3, shepherd's purse, field pennycress – 82.2–100.0 knotweed, dock-leaved persicaria – by 70.8–100%. Under continuous application after sowing to crop germination of acetal (5l/ha), the total weediness decreased by 83.4%, including: cereals – 92.1, dicotyledonous – 63.6%.

After germination applying herbicides in the mixture Flex + Fyuzilad (0.4 kg/ha a.i. + 2l/ha)

on vegetating plants reduces the overall soybean weediness by 82.3%, including: cereals – by 92.3 % dicotyledonous – by 59.4%.

Applying abovementioned mixture of herbicides provided 7.3 t/ha increase of soybean variety Kyiv 27. A mixture of herbicides Nabu + Harmony (1.5 l/ha + 10 g/ha), applied on vegetating weeds, provided overall weediness reduction by 87.4%, while the number of cereal grass species by 93.4% dicotyledonous – by 78.9%. Compared with the control (C1) due to reducing the number of weeds, soybean yield increased by 6.4 kg/ha. Varieties differ by biological requirements to environmental conditions and they react differently to using of herbicides.

Such mixtures have broad spectrum of influence on monocots and dicotyledonous weed species that reduce weediness and favour growth and productivity. After germination applying of Bazahrán (2.0 l/ha) + Harmony (10 g/ha) + Panther (1.0 l/ha) provided a decrease in cereal and dicotyledonous weed species by 98.1%, which contributed to increase (16.3 kg/ha) compared to the control.

The introduction of conventional row seeding method with high seed rate (800–900 thousand. seeds per 1 ha) and application of 2–3 component tank mixtures of herbicides is the next step in saturation ecological niches and allows to have new levels of crop productivity with the least cost to implement and it is a new step in the theoretical justification of environmental regulation of its weediness, as evidenced by the request numbers 95052394, 95052395, 95052397.

CONCLUSIONS

In the conditions of sufficient moisture of right-bank forest-steppe soybean yield loss from weed-infested crops was, on average, during the years of research, 30–80% of the potential. We established that arable soil layer has an average of 400 to 3800 pieces/m² seeds of annual weeds. Annual weed seeds are prevailing in the ground and make up 87–90% of the total. Observations have found that soy is littered by 65 weed species of different biological groups. The dominant among them are 42 species. For 28 years of observations,

on 1 m² we counted 133.4 weeds with their weight 1997.5 g/m², including annual crops – 59.5%, dicotyledonous – 40.5%.

The use of agrotechnical methods of weed protection under high farming culture allows obtaining high yields with applying of herbicides. Efficiency of Atsedal, Harness and Trophy (atsetohlor) on soybean crops, where annual cereal and flowering weeds mass emergence is expected, is quite stable. Using after

germination tank mixtures of herbicides with different action spectrum, including Bazahran (2.0 l/ha) with Tsytovit (0.5 l/ha), Bazahran (2.0 l/ha) with Poast (2.0 l/ha) and Galaxy Top (2.0 l/ha) of Harmony (15 g/ha) and Pivot (1.0 l/ha) provide high efficiency in reducing crop weediness, and the costs of their use are recovered by significant increase in productivity. Research in this direction will continue in the future.

REFERENCES

1. Бур'яни та заходи їх контролювання / В.Ф. Петриченко, В.П. Борона, В.С. Задорожний та ін. – Вінниця: ФОП. Горбарчук І.П., 2010. – 152 с.
2. *Дерев'янський В.П.* Агроекологічне обґрунтування технологій вирощування сої: Монографія / В.П. Дерев'янський. – Хмельницький: ХЦНТІІ, 2011. – 438 с.
3. Методики випробування і застосування пестицидів / С.О. Трибель, Д.Д. Сігарьова, М.П. Секун та ін.; За ред. проф. С.О. Трибеля. – К.: Світ, 2001. – 448 с.

REFERENCES

1. Petrychenko V.F., Borona V.P., Zadorozhnyj V.S. et al. (2010). *Bur'jany ta zakhody jikh kontroljuvannja* [Weeds and their control measures]. Vinnyca: FOP. Ghorbarchuk I.P. Publ., 152 p. (in Ukrainian).
2. *Derevjanskyj V.P.* (2011) *Aghroekologichne obgruntuvannja tekhnologij vyroshhuvannja soji: monoghrfija* [Agroecological substantiation of technologies of soybean cultivation: monograph]. Khmeljnyckyj: KhCNTII Publ., 438 p. (in Ukrainian).
3. Trybelj S.O., Sigharjova D.D., Sekun M.P. *Metodyky vyprobuvannja i zastosuvannja pestycydiv* [Methods of testing and pesticides application]. Kyiv, Svit Publ., 2001, 448 p. (in Ukrainian).

УДК 633.31/37:631.461

ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОЇ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ НА ҐРУНТОВУ МІКРОФЛОРУ АГРОФІТОЦЕНОЗУ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР

О.Л. Туріна, С.В. Дідович, Р.О. Кулініч, О.М. Дідович

Інститут сільського господарства Криму НААН

Обґрунтовано можливість інтенсифікації мікробіологічних процесів у ризосфері чорнозему південного на різних стадіях онтогенезу бобових культур завдяки інтродукції гетеротрофних і автотрофних мікроорганізмів. Застосування поліфункціональних мікробних препаратів впливає на коефіцієнти мінералізації, оліготрофності і мікробіологічної трансформації органічної речовини, але інтенсивність цих процесів залежить від інокулятив. Застосування мікробних препаратів підвищує продуктивність насіння бобових і вміст сирого протеїну в насінні.

Ключові слова: мікробні препарати, бобові рослини, ґрунтові мікробіологічні процеси, структура врожаю.

Аналіз сучасного вітчизняного і світового досвіду з питань застосування корисних мікроорганізмів в агробіотехнології

підтверджує можливість створення продуктивних рослинно-мікробних асоціативних і симбіотичних систем і вказує на необхідність вивчення умов для їх ефективного функціонування у ґрунті [1–3].

© О.Л. Туріна, С.В. Дідович, Р.О. Кулініч, О.М. Дідович, 2015

Слід відзначити, що управління біологічними процесами в агроценозах можливе завдяки інтродукції цінних для агрономії штамів мікроорганізмів у ризосферу рослин, унаслідок чого посилюється корисний або послаблюється чи повністю нівелюється негативний вплив небажаних для реалізації їх потенціалу чинників [4, 5]. Залежно від сукупної зміни умов довкілля, можна констатувати динаміку структури ґрунтової популяції, у т.ч. і зміни у формуванні різних еколого-трофічних угруповань. Проте теоретичну суть таких механізмів вивчено недостатньо, особливо в умовах сучасних агроценозів (з порушеним балансом унаслідок застосування інтенсивного землеробства, забруднення навколишнього природного середовища і зміною клімату), що має додаткове науково-практичне значення.

Тому метою нашої роботи було виявлення спрямованості мікробіологічних процесів у ризосферному ґрунті чорнозему південного за впливу рослинно-мікробних взаємодій та оцінювання продуктивності гороху, чини та сочевиці у агроценозах степової зони України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові досліді проводили впродовж 2013–2014 рр. у степовій зоні АР Крим на чорноземі південному, що містить в орному шарі 2,3–2,6% гумусу, 110 мг/кг сухого ґрунту гідролізованого азоту, 34–36 — рухомого фосфору (P_2O_5 , за Мачигінім), 1,14–1,46% і 253–422 мг/кг сухого ґрунту запасів валового і рухомого калію відповідно.

У дослідях використовували бобові культури української селекції: горох сорту Харківський вусатий, чину сорту Сподіванка, сочевицю сорту Лінза. Перед посівом насіння обробляли такими препаратами: азотфіксуювальним мікробним препаратом Ризобіфит (Р) — на основі специфічних штамів бульбочкових бактерій; препаратами поліфункціональної дії: Фосфоентерин (Ф) — на основі фосфатмобілізуючої і стимулюючої ріст рослин гетеротрофної бактерії *Enterobacter nimipressuralis*; Біопо-

ліцид (Б) — на основі гетеротрофної стимулюючої ріст рослин бактерії *Paenibacillus polymyxa* — антагоніста фітопатогенів; ціаноризобіальним консорціумом (ЦРК) — на основі автотрофної ціанобактерії *Nostoc linckia* і асоційованих з нею гетеротрофних мікроорганізмів різної домінуючої дії та фосфатмобілізуючими арбускулярно-мікоризними грибами роду *Glomus* (АМГ). Останні вносили у дозі 50 г/м² разом з нітрагінізованим насінням, інші препарати застосовували у кількості 1,5–2,0% робочого розчину від маси насіння [6]. Рослиною-попередником був ячмінь озимий. Досліді проводили в чотирикратному повторенні з обліковою площею ділянки 25 м².

Облік чисельності ризосферної мікрофлори, визначення коефіцієнтів мінералізації ($K_{\text{мін}}$) і оліготрофності ($K_{\text{ол}}$) здійснювали за загальноприйнятими методиками [7], коефіцієнт мікробіологічної трансформації органічної речовини ($K_{\text{мтор}}$) визначали за В.Д. Мухомою [8].

Для визначення ефективності бобово-ризобіального симбіозу чотирикратно відбирали 10 рослин у кожному варіанті досліді для визначення кількості, маси та нітрогеназної активності бульбочок. Нітрогеназну активність аналізували ацетиленим методом на газовому хроматографі Chrom-5 [7].

Урожай збирали механізовано з перерахунком на 100%-ву чистоту і 14%-ву вологість насіння [9]. Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерних програм Statistica 6,0, Excel 2003.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За два роки досліджень зміни чисельності еколого-трофічних груп мікроорганізмів засвідчили, що на формування і функціонування мікробіоценозу в ризосфері ґрунту зернобобових рослин впливала фаза їх розвитку, вид бобової рослини та інтродукція поліфункціональних інокулятив.

За результатами оцінювання інтенсивності процесів мінералізації у ґрунті за її

коефіцієнтом можна констатувати, що за використання поліфункціональних препаратів у ризосфері гороху, чини і сочевиці до фази цвітіння відбувається накопичення мінеральних речовин у ризосфері, що сприяло кращому живленню рослин (табл. 1). Зменшення цього показника наприкінці вегетації свідчить про низький рівень інтенсивності мінералізації органічної речовини і мінеральних форм азоту.

Збільшення коефіцієнта оліготрофності в ризосфері у фазу цвітіння бобових рослин свідчить про підвищення здатності мікробного угруповання асимілювати з розсіяного стану зольні елементи, а також про зменшення надходження рослинних залишків, тобто про існування відмінностей у концентрації та швидкості споживання мікроорганізмами мономерних речовин. У

фазу зрілості бобів гороху, чини і сочевиці виявлено значне зменшення цього показника, що свідчить про збагачення ризосфери на елементи органічної речовини.

Активізація мікробіологічної трансформації органічної речовини ризосферного ґрунту спостерігалася наприкінці вегетації бобових культур, але інтенсивність процесу була різною за варіантами бактерізації, найбільшою — в ризосфері чини у варіантах із застосуванням Ризобіофіту + Фосфоентерину + Біополіциду та АМГ з Ризобіофітом, у ризосфері гороху — за бактерізації ЦРК, у ризосфері сочевиці — в усіх варіантах.

У 2014 р. спрямованість мікробіологічних процесів мала аналогічні тенденції в ризосфері під час вегетації бобових культур. Активізація мікробіологічної

Таблиця 1

Спрямованість мікробіологічних процесів у ризосфері бобових культур за польових дослідів на чорноземі південному, 2013 р.*

Варіант дослідів	Культура								
	Горох			Чина			Сочевиця		
	К _{мін.}	К _{ол.}	К _{мтор}	К _{мін.}	К _{ол.}	К _{мтор}	К _{мін.}	К _{ол.}	К _{мтор}
<i>Фаза гілкування рослин</i>									
Р	0,83	9,59	88,0	2,52	6,56	20,3	0,35	5,96	88,3
Р + Ф + Б	0,22	5,68	219,1	1,65	12,9	9,3	0,33	2,14	90,3
ЦРК	0,61	3,58	53,1	1,26	3,80	92,8	1,30	9,42	30,8
Р + АМГ	0,39	10,63	90,0	0,29	7,95	56,6	0,51	8,65	92,7
<i>Фаза цвітіння рослин</i>									
Р	2,01	21,85	8,1	1,09	12,04	8,4	2,58	16,76	4,7
Р + Ф + Б	2,82	18,05	9,1	0,48	16,32	24,4	2,06	4,82	4,3
ЦРК	1,43	13,47	7,8	2,89	14,74	10,5	4,78	45,65	3,2
Р + АМГ	0,68	16,66	13,9	1,60	10,85	13,3	8,20	32,8	2,8
<i>Фаза зрілості бобів</i>									
Р	0,47	2,27	116,0	0,55	2,20	97,3	0,28	1,81	179,3
Р + Ф + Б	0,79	1,74	61,4	0,34	1,08	297,1	0,44	1,85	125,7
ЦРК	0,37	1,50	219,5	0,65	2,46	81,5	1,21	1,90	66,3
Р + АМГ	0,53	2,71	64,2	0,53	1,70	140,7	0,60	0,68	164,0

Примітка: К_{мін.} — коефіцієнт мінералізації, К_{ол.} — коефіцієнт оліготрофності, К_{мтор} — коефіцієнт мікробіологічної трансформації органічної речовини.

трансформації органічної речовини ризосферного ґрунту спостерігалася наприкінці вегетації бобових культур, і з більшою інтенсивністю за умов застосування поліфункціональних препаратів.

Аналіз показників симбіозу за два роки досліджень засвідчив, що на коренях чини, гороху і сочевиці впродовж сезону формувалося 8–20 дрібних азотфіксувальних

бульбочок з біомасою відповідно – 0,28–0,37; 1,25–2,27 і 0,28–0,43 мг/рослину, що обумовлено симбіотрофним живленням рослин азотом повітря.

Також було виявлено вплив бактеризації поліфункціональними препаратами на показники структури врожаю (табл. 2). Щодо показника висоти рослин, оптимальним варіантом визнано інокуляцію насіння

Таблиця 2

Вплив поліфункціональних біопрепаратів на структуру і продуктивність врожаю насіння бобових культур (польові досліді на чорноземі південному, 2013–2014 рр.)

Варіант досліді	Висота рослини, см	Висота прикріплення нижнього бобу, см	Площа листової поверхні, тис. м ² /га	Кількість бобів на одну рослину, шт.	Маса 1000 насінин, г	Уміст сирого протеїну, %	Урожайність насіння, т/га
<i>Горох</i>							
Р	16	8,5	51	2,0	235	26,9	0,36
Р + Ф + Б	18	10,1	71	2,0	243	28,8	0,37
ЦРК	16	9,7	52	2,0	245	28,6	0,42
Р + АМГ	13	9,6	49	2,0	240	28,0	0,38
НІР _{0,5} (2013/2014 рр.)	0,97/1,26	0,85/1,4	–	0,88/1,2	8,90/6,2	1,34/1,24	0,117/0,61
<i>Чина</i>							
Р	47	18	156	9	149	29,7	0,70
Р + Ф + Б	55	20	157	14	164	29,2	1,00
ЦРК	50	19	193	12	163	30,2	0,90
Р + АМГ	49	19	217	11	170	29,3	0,80
НІР _{0,5} (2013/2014 рр.)	2,68/2,7	1,23/1,3	–	1,38/2,8	0,95/3,6	1,37/0,78	0,119/0,27
<i>Сочевиця</i>							
Р	25	15	28	10	50	29,9	0,78
Р + Ф + Б	30	19	29	17	50	30,0	1,39
ЦРК	25	16	26	14	49	31,4	1,35
Р + АМГ	26	17	28	13	49	30,7	1,08
НІР _{0,5} (2013/2014 рр.)	1,14/1,0	0,92/0,9	–	1,65/1,8	0,79/1,4	0,67/0,77	0,086/0,27

Ризобіфітом + Фосфоентерином + Біополіцидом, що перевищувало контроль на 13–17%; стосовно висоти прикріплення нижнього бобу, позитивний вплив мала обробка насіння поліфункціональними препаратами на розташування нижніх бобів, що дало змогу збільшити висоту зрізу до 26,7% та звести до мінімуму втрати під час збирання врожаю.

Площа листової поверхні гороху була більшою у варіантах із застосуванням Ризобіфіту + Фосфоентерину + Біополіциду, чини — у варіантах з ЦРК і АМГ, щодо сочевиці, застосування поліфункціональних препаратів за цим показником було на рівні нітрагінізації. Бактеризація поліфункціональними препаратами забезпечила підвищення маси 1000 насінин гороху і чини на 2,1–14,0%. Застосування поліфункціональних препаратів збільшувало вміст сирого протеїну у насінні гороху на 4,1–7,1%, у чини і сочевиці — на 1,7–2,7% забезпечила бактеризація ЦРК порівняно з обробкою Ризобіфітом.

Інтегрованим показником ефективності застосування бактеризації є врожайність насіння, що у всіх досліджених культурах було вищою за застосування поліфункціо-

нальних препаратів порівняно з нітрагінізацією. Так, врожайність насіння чини підвищилось на 0,20–0,30 т/га (28,6–42,9%), сочевиці — на 0,30–0,61 (38,5–78,2), гороху — у варіанті із застосуванням ЦРК — до 0,06 т/га (16,7%).

ВИСНОВКИ

Доведено можливість інтенсифікації мікробіологічних процесів у ризосферному ґрунті чорнозему південного на різних етапах онтогенезу рослин гороху, чини і сочевиці за умов застосування препаратів поліфункціональної дії, що залежить від фази розвитку і виду бобової рослини, а також від мікроорганізмів з різними, цінними з агрономічного погляду функціями інтродукції гетеротрофних і автотрофних мікроорганізмів. Завдяки бактеризації поліфункціональними препаратами було поліпшено продуктивний процес гороху, чини і сочевиці, а саме, збільшено висоту прикріплення нижнього бобу до 26,7%, масу 1000 насінин на 2,1–14,0%, що сприяло підвищенню врожайності насіння чини і сочевиці на 0,2–0,6 т/га (28,6–78,2%) за вирощування в умовах степової зони України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / [В.В. Волкогон, А.С. Заришник, І.В. Гриник та ін.] — К.: Аграрна наука, 2011. — 156 с.
2. Шерстобоева О.В. Комплексні мікробні препарати для інтегрованих систем землеробства / О.В. Шерстобоева, В.В. Чайковська, Я.В. Чабанюк // Мікробіологія і біотехнологія. — 2007. — № 1. — С. 75–81.
3. Nelson L.M. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): Prospects for new inoculants [Електронний ресурс] / L.M. Nelson. — Режим доступу: Online. Crop Management doi:10.1094/CM-2004-0301-05-RV
4. Влияние инокуляции штаммами *Bradyrhizobium japonicum* на содержание белка / Р.Д. Магомедов, С.С. Рябуха, В.А. Шелякин и др. // Масличные культуры: Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. — 2012. — № 2 (151–152). — С. 175–178.
5. Grego Stefano. Toward a sustainable agriculture / Grego Stefano // ESNA Meeting 2012 and the Recent Advances in Plant Biotechnology Workshop. — Stara Lesna, Slovak Republic. — 2012, 24–28th September. — P. 17.
6. Лабутова Н.М. Методи дослідження арбускулярних микоризних грибів / Н.М. Лабутова. — Л., 2000. — 24 с.
7. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Л.М. Токмакова та ін.; за ред. В.В. Вокогона. — К.: Аграрна наука, 2010. — 464 с.
8. Муха В.Д. О показателях отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов / В.Д. Муха // Сб. тр. Харьков. с.-х. ин-та. — Х., 1980. — Т. 273. — С. 13–16.
9. Грицаенко З.М. Методи біологічних і агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / З.М. Грицаенко, А.О. Грицаенко, В.П. Карпенко. — К.: НІЧЛАВА, 2003. — 320 с.

REFERENCES

1. Volkohon V.V., Zaryshniak A.S., Hrynyk I.V. (2011). *Metodolohiia i praktyka vykorystannia mikrobnykh preparativ u tekhnolohiakh vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur* [Methodology and practice of microbial agents in technologies of cropgrowing]. Kyiv: Ahrarna nauka Publ., 156 p. (in Ukrainian).

2. Sherstoboieva O.V., Chaikovska V.V., Chabaniuk Ya.V. (2007). *Kompleksni mikrobnii preparaty dlia intehrovanykh system zemlerobstva* [Complex microbial drugs for integrated farming systems]. *Mikrobiolohiia i biotekhnolohiia* [Microbiology and Biotechnology]. No. 1, pp. 75–81 (in Ukrainian).
3. Nelson L.M. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): Prospects for new inoculants. *Crop Management*. 2004; doi:10.1094/CM-2004-0301-05-RV (in English).
4. Magomedov R.D., Ryabukha S.S., Shelyakin V.A. (2012). *Vliyanie inokulyatsii shtammami Bradirhizobium japonicum na sodержanie belka* [Effect of inoculation Bradirhizobium japonicum strains for protein content]. *Maslichnye kultury: Nauchno-tehnicheskii byulleten Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kultur* [Oilseeds: Scientific and technical bulletin of All-Russian Research Institute of oilseeds], No. 2 (151–152), pp. 175–178 (in Russian).
5. Grego Stefano (2012). Toward a sustainable agriculture. ESNA Meeting 2012 and the Recent Advances in Plant Biotechnology Workshop. Stara Lesna, Slovak Republic, 24–28th September, 2012, p. 17 (in English).
6. *Metody issledovaniya arbuskulyarnykh mikoriznykh gribov* [Research methods of arbuscular mycorrhizal fungi]. Leningrad, 2000, 24 p. (in Russian).
7. Volkohon V.V., Nadkernychna O.V., Tokmakova L.M. (2010). *Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiia* [Experimental soil microbiology]. Kyiv: Ahrarna nauka Publ., 464 p. (in Ukrainian).
8. Mukha V.D. (1980). *O pokazatelyakh otrazhayushchikh intensivnost i napravlennost pochvennykh protsessov* [About indicators that reflects the intensity and direction of soil processes]. Collection of Kharkiv Agricultural Institute, Vol. 273, pp. 13–16 (in Ukrainian).
9. Hrytsaienko Z.M., Hrytsaienko A.O., Karpenko V.P. (2003). *Metody biologichnykh i ahrokhimichnykh doslidzhen roslin i gruntiv* [Methods of biological and agrochemical research of plants and soil]. Kyiv: NICH LAVA Publ., 320 p. (in Ukrainian).

УДК 661.686:631.544:631.153.7

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКЗОМЕТАБОЛІТІВ МІКРОМІЦЕТІВ ТА АНАЛЬЦИМУ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОСЛИН КАПУСТИ ВІД ФУЗАРІОЗУ

**Н.В. Заїменко, Н.П. Дідик, Н.Е. Елланська, Н.А. Павлюченко,
О.П. Юношева, О.В. Закрасов, Н.В. Росіцька**

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України

*За дослідження мікробної взаємодії у ґрунтовому середовищі виявлено значний анти-фунгальний вплив культуральної рідини *Penicillium roseorugireum* на фітопатогенні гриби роду *Fusarium* та імуностимулюючі властивості наноматеріалу анальциму. Встановлено ефект потенціювання за сумісного застосування анальциму та культуральної рідини *P. roseorugireum* для захисту рослин капусти від ураження фузаріозом.*

Ключові слова: *анальцим, *Penicillium roseorugireum*, капуста, проростки, мікробоценоз, біохімічні та алелопатичні властивості ґрунту.*

В Україні гостро постає проблема захисту культурних рослин від фітопатогенів. Щорічні втрати врожаю від грибкових захворювань становлять близько 50% [1]. Мікроміцети роду *Fusarium* входять до десятки найбільш шкочинних фітопатогенів

у світі внаслідок своєї високої екологічної пластичності, пристосовності та здатності продукувати близько 190 токсинів [1, 2]. Сучасні технології контролю ураження сільськогосподарських рослин фітопатогенними мікроорганізмами базуються на застосуванні синтетичних фунгіцидів. Проте їх використання є обмеженим, оскільки вони потребують економічних витрат, спричиняють значні екологічні проблеми та ви-

© Н.В. Заїменко, Н.П. Дідик, Н.Е. Елланська, Н.А. Павлюченко, О.П. Юношева, О.В. Закрасов, Н.В. Росіцька, 2015

никнення стійких популяцій фітопатогенів. З іншого боку, селекція стійких до фітопатогенів сортів культурних рослин лімітується існуванням широкого спектра останніх. Тому розроблення екологічних препаратів на основі кремнієвісних природних мінералів та екзометаболітів мікроміцетів, що є антагоністами фітопатогенних грибів, може бути дієвою альтернативою сучасній хімізації сільськогосподарства.

Позитивний вплив екзогенних активних форм кремнію на рослини доволі широко розглядається в науковій літературі [3]. Наприклад, що водорозчинний кремній сприяє росту та продуктивності сільськогосподарських культур, а також покращує їхню якість. Крім того, екзогенний Si знижує захворюваність рослин грибковими та бактеріальними патогенами [4].

Мікроміцети *Penicillium roseopurpureum* є природними антагоністами багатьох видів фітопатогенних грибів та бактерій, оскільки продукують потужний мікотоксин — кулвуларин.

Метою наших досліджень було оцінити вплив обробки насіння тест-рослин капусти культуральною рідиною мікроміцетів *P. roseopurpureum*, внесення в ґрунт подрібненого до наночастинок природного кремнієвісного мінералу анальцим та сумісного застосування цих обох чинників на стійкість проростків до інокуляції фітопатогенними штамми мікроміцетів роду *Fusarium*, а також мікробоценоз, біохімічні та алелопатичні властивості ґрунту.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктами досліджень були природний кремнієвісний мінерал анальцим, подрібнений до наночастинок розміром 100 мкм, культуральна рідина мікроміцетів *P. roseopurpureum*, надана Одеським національним університетом імені І.І. Мечникова. За модельні рослини було взято капусту (*Brassica oleracea* L.) сорту Білосніжка. Інфекційний фон створювали за допомогою фітопатогенних видів роду *Fusarium* (суміш *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. solani*).

Насіння капусти замочували в культуральній рідині (1:50) упродовж 24 год.,

контроль — стерилізована водопровідна вода. Природний кремнієвісний мінерал анальцим, подрібнений до наночастинок, вносили в ґрунт у дозі 1:1000 відповідно до маси перед посівом насіння тест-рослин. Після замочування насіння висівали у вегетаційні посудини з просіяним через 2 мм сито та стерилізованим сірим опідзоленим ґрунтом. Рослини культивували впродовж шести тижнів при температурі 28°C, розсіяному сонячному освітленні, відносній вологості повітря 60–75%. Вологість ґрунту підтримували на рівні 60% від повної вологості впродовж тривалості досліду. На стадії появи двох справжніх листочків тест-рослини поливали сумішшю культуральних екстрактів грибів роду *Fusarium* (15 мл на посудину). Повторний інфекційний фон створювали через п'ять днів.

Стійкість проростків капусти до фузаріозу визначали за видимими симптомами ураження (поява фузаріозної перетяжки на кореневій шийці), морфометричними (висота, площа листків, маса надземних частин та коренів) та фізіолого-біохімічними показниками життєвого стану (вміст основних фотосинтетичних пігментів, захисних речовин (флавоноїдів), активність каталази) рослин через два тижні після повторного зараження. Фотосинтетичні пігменти екстрагували з сирих листків диметилсульфоксидом. Кількісний вміст визначали спектрофотометрично відповідним методом [5]. Активність каталази — методом О.Н. Баха та О.І. Опаріна [6] за кількістю перекису водню, що розклався під дією ферменту. Флавоноїди екстрагували 70%-м етанолом, кількісний вміст визначали спектрофотометрично на приладі Spekol 11 (Carlzeiss/Jena, Germany) за якісної реакції з хлоридом алюмінію [7]. Алелопатичну активність ґрунту вивчали методами прямого біотестування [8] і біологічних проб (водна витяжка з ґрунту 1,5:1) [9]. Цитостатичну дію гідрофільних речовин ґрунту досліджували з використанням проростків *Cucumis sativus* L. сорту Далекосхідний як тест-об'єкта [10]. Визначали вміст фенольних речовин та окисно-відновний потенціал (ОВП) ґрунту [9].

Наприкінці досліду було проведено мікро-біологічний посів, визначено чисельність мікроміцетів у ґрунті.

Повторність дослідів – чотириразова, повторення – триразове.

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методами описової статистики та однофакторного дисперсійного аналізу за допомогою програм Statistica 10.0 та Microsoft Office Excel 2007. У таблицях наведено групові середньозважені дані. Достовірність впливу чинників оцінювали за рівнем значущості (P) та критерієм Фішера (F).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Визначення алелопатичної активності методом прямого біотестування свідчить про наявність фітотоксичних речовин у ґрунті за участю мікроміцетів роду *Fusarium*, що проявлялося у пригніченні ростових процесів *Lepidium sativum* L. на 42% (за внесення анальциму) та на 73% (ґрунт без домішок) щодо контролю (ґрунт без фітопатогенів) – (табл. 1). Встановлено різке зменшення фітотоксичності ґрунту після обробки насіння капусти культуральною рідиною *P. roseo-purpureum* як окремо, так і спільно з анальцимом.

За результатами аналізу алелопатичної активності гідрофільних речовин ґрунту з фітопатогенами виявлено фітотоксичність на рівні 65% порівняно з контролем щодо

Cucumis sativus L. Внесення анальциму в ґрунт сприяло зниженню цього показника на 30%. Найефективнішим було використання анальциму разом з культуральною рідиною *P. roseo-purpureum*, що стимулювало ріст біотесту, а також застосування лише останньої.

Зафіксовано цитостатичний ефект гідрофільних речовин ґрунту за наявності фітопатогенних мікроміцетів, що нівелювався за передпосівної обробки насіння вищезгаданою культуральною рідиною. Спостерігалось також посилення проліферації бічних коренів за спільної дії останньої з анальцимом.

Біохімічний стан ґрунту оцінювали за значеннями окисно-відновного потенціалу (ОВП). Зниження ОВП порівняно з контролем (ґрунт без фітопатогенів) відбувалося більшою мірою (в 1,9 раза) для ґрунту за дії метаболітів мікроміцетів роду *Fusarium* без додавання анальциму та без попередньої обробки насіння культуральною рідиною, що свідчить про акумуляцію рухливих органічних сполук, які можуть спричиняти алелопатичний вплив. Слід відзначити інтенсивно відновні особливості процесу, що вважається несприятливим як для перебігу процесів гуміфікації, так і підтримання поживного режиму ґрунту для рослин. Застосування культуральної рідини *P. roseo-purpureum* як окремо, так і спільно з анальцимом покращувало цей по-

Таблиця 1

Алелопатична активність ґрунту та цитостатична дія його гідрофільних речовин за наявності фітопатогенів роду *Fusarium*, % до контролю (ґрунт без фітопатогенів)

Варіант	Алелопатична активність		Цитостатична дія гідрофільних речовин ґрунту (кількість бічних коренів <i>Cucumis sativus</i> L.)
	метод прямого біотестування (приріст коренів <i>Lepidium sativum</i> L.)	гідрофільні речовини ґрунту (приріст коренів <i>Cucumis sativus</i> L.)	
ґрунт без домішок	27,2±0,8	35,0±1,0	30,0±0,9
<i>P. roseo-purpureum</i>	93,0±2,8	103,0±3,2	102,0±3,1
Анальцим	58,2±1,7	65,0±1,9	45,0±1,3
<i>P. roseo-purpureum</i> + анальцим	106,3±3,2	115,1±3,4	110,0±3,3

казник, унаслідок чого окисно-відновний процес можна було охарактеризувати як помірно відновний.

Оскільки мікроміцети здатні синтезувати фітотоксини, у т.ч. й фенольної природи, досліджували вміст фенольних речовин у ґрунті. Кількість фенольних сполук у ґрунті без домішок за наявності фітопатогенів роду *Fusarium* перевищувала контроль (ґрунт без фітопатогенів) у 1,4 раза. Додавання в ґрунт анальциму та обробка насіння культуральною рідиною дещо знижувало їхню акумуляцію (відповідно у 1,1 та 1,2 раза). За спільної дії культуральної рідини та анальциму концентрація фенольних речовин стабілізувалася і була на рівні контролю.

Виявлено також, що обробка насіння рослин капусти впродовж 24 год. культуральною рідиною гриба *P. roseopurpureum* у концентрації 1:50 інгібує розвиток мікроміцетів роду *Fusarium* у ґрунті у 1,5 раза (табл. 2). Синергічна дія культуральної рідини *P. roseopurpureum* та анальциму підсилює гальмівний ефект щодо фузаріуму і становить 20%.

Покращення аеллопатичного та біохімічного стану ґрунту за застосування культуральної рідини *P. roseopurpureum* та анальциму, за наявності мікроміцетів роду *Fusarium*, позначилися на фізіологічних процесах рослин капусти.

Наприкінці досліду проростки капусти, інोकуювані сумішшю фітопатогенних

грибів роду *Fusarium*, мали видимі симптоми ураження фузаріозом (фузаріозні перетяжки на кореневих шийках). Показники росту та життєвого стану (площа листків, маса надземних частин та коренів, вміст хлорофілів *a* та *b*) характеризувалися як достовірно пригнічені порівняно з неінोकуюваними рослинами (табл. 3). Фізіолого-біохімічні показники стресового стану (вміст флавоноїдів та активність каталази) зростали.

Обробка насіння культуральною рідиною *P. roseopurpureum* та внесення наноматеріалу анальциму у ґрунт сприяли зростанню стійкості проростків капусти до ураження фітопатогенами: їхня кількість з фузаріозною перетяжкою знижувалася, показники росту (висота, площа поверхні листків, маса надземних частин та коренів) і вміст фотосинтетичних пігментів підвищувалися. Також дещо збільшувався загальний вміст флавоноїдів та активність каталази.

Флавоноїди відіграють важливу роль у стійкості рослин проти патогенних бактерій і грибів: беруть участь у формуванні реакції гіперчутливості (найперший захисний механізм заражених рослин), можуть безпосередньо інгібувати ферментні системи, розвиток спор і міцелію, пошкоджувати мембрани патогену. Вважається, що захисна дія флавоноїдів є більшою мірою неспецифічною і зумовленою їхніми антиоксидантними властивостями. Тому зростання вмісту вторинних метаболітів у тканинах проростків капусти може бути одним із механізмів захисної дії досліджених речовин.

Активація каталази як захисний прояв на стреси — це ключовий процес формування і спрямованості захисних реакцій у рослинних клітинах. Отже, стимулювання активності каталази може бути також одним з механізмів захисної дії досліджених речовин.

Ефект від обробки насіння культуральною рідиною був значно більшим, ніж від внесення анальциму в ґрунт. За сумісного застосування культуральної рідини *P. roseopurpureum* та наномате-

Таблиця 2

Чисельність мікроміцетів у ґрунті під капустою

Варіанти досліджу	Тис. КУО в 1 г абс.сух. ґрунту
Контроль	38,7±3,5
Обробка насіння <i>P. roseopurpureum</i>	25,2±4,7
Внесення анальциму	79,3±13,9
Обробка насіння <i>P. roseopurpureum</i> + внесення анальциму	30,9±1,1

ріалу анальциму спостерігалось потенціювання (посилення ефекту) порівняно із дією порізного застосування речовин. Так, у рослин, оброблених культуральною рідиною, які вирощували у ґрунті з анальцимом, не виявлено видимих симптомів ураження фузаріозом (фузаріозної перетяжки), а показники росту (висота, площа листків, маса надземних частин та коренів) навіть перевищували відповідні їх значення у рослин, не інокульованих фітопатогенами (на контролі, без обробок).

За відсутності інокуляції фітопатогенами застосування анальциму та культуральної рідини стимулювало ріст надземних частин (площу поверхні листків) та коренів, біосинтез фотосинтетичних пігментів (хлорофілів *a*, *b* та каротиноїдів), а також флавоноїдів у листках проростків капусти. Натомість, активність каталази дещо знижувалася. Це свідчить про загальну дію, що стимулює імунітет та ріст рослин, культурної рідини *P. roseoriprigitum* наноматеріалу анальциму.

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження підтвердили високу антифунгальну дію культуральної рідини *P. roseoriprigitum* на прикладі фітопатогенних грибів роду *Fusarium* та імуностимулюючі властивості наноматеріалу анальциму. Встановлено ефект потенціювання за сумісного застосування анальциму та культуральної рідини *P. roseoriprigitum* для захисту рослин від ураження фузаріозом. До того ж досліджені речовини стимулюють накопичення флавоноїдів та активність каталази в листках проростків, що частково обумовлює захисну дію цих речовин.

Таблиця 3
Вплив *Penicillium roseoriprigitum* та анальциму на стійкість рослин капусти до фузаріозу

Варіанти	Висота надз. частини рослини, мм	Площа листків, см ²	% рослин з фузаріозною перетяжкою	Маса сухої речовини, мг		Вміст фотосинтетичних пігментів, мг/г сирої речовини			Вміст флавоноїдів, % на 1 г сирої речовини	Активність каталази, мкмоль Н ₂ O ₂ за хв на 1 г сирої речовини
				надз. част.	корені	хлорофіл <i>a</i>	хлорофіл <i>b</i>	каротиноїди		
<i>Інокуляція фітопатогенами</i>										
Контроль	70,4	5,7	39%	27,4	3,3	1,8	0,7	0,4	0,84%	8,3
<i>P. roseoriprigitum</i>	73,3	9,1	12%	42,6	6,6	2,1	0,8	0,4	0,99%	10
Анальцим	72,5	10,5	22%	32,5	6,6	2,6	0,9	0,4	0,92%	10,8
<i>P. roseoriprigitum</i> + анальцим	75,0	8,2	0%	49,7	5,7	2,9	1,0	0,5	1,08%	11,67
<i>Без інокуляції</i>										
Контроль	72,5	6,8	0%	37,4	4,4	2,4	0,9	0,4	0,78%	6,7
<i>P. roseoriprigitum</i>	72,9	9,7	0%	27,6	4,9	2,7	0,9	0,5	0,97%	6,6
Анальцим	72,5	9,5	0%	28,9	4,6	2,8	0,9	0,5	0,99%	6,67
<i>P. roseoriprigitum</i> + анальцим	72,9	10,3	0%	26,9	5,1	3,1	1,2	0,5	1,02%	6,17
НІР	0,6	0,4	0,9%	1,1	0,4	0,4	0,2	0,2	0,04%	0,5

ЛІТЕРАТУРА

1. Ретман С. Якісне протруєння насіння — основа захисту озимої пшениці / С. Ретман, Т. Кислих // Агробізнес Сьогодні. — № 22 (269) листопад 2013. — С. 28–30.
2. The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology / R. Dean, J.A.L. Van Kan, Z.A. Pretorius et al. // *Molecular Plant Pathology*. — 2012. — Vol. 13, no. 4. — P. 414–430.
3. Epstein E. Silicon in plants: facts vs. concepts / L.E. Datnoff, G.H. Snyder and G.H. Korndooer, Eds. // *Silicon in Agriculture*. — Elsevier, Amsterdam the Netherlands, 2001. — P. 1–16.
4. Use of silicon for integrated disease management: Reducing fungicide applications and enhancing host plant resistance / L.E. Datnoff, K.W. Seebold, Correa-Victoria et al. eds. // *Silicon in Agriculture*. — Elsevier Science, Amsterdam the Netherlands, 2001. — P. 171–184.
5. Hiscox J.D. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration / J.D. Hiscox, C.F. Israelstam // *Can. J. Bot.* — 1979. — Vol. 57. — P. 1332–1334.
6. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. — 3-е изд. доп. и перераб. / Б.П. Плешков. — М.: Агропромиздат, 1985. — 255 с.
7. Фитохимический анализ лекарственного растительного сырья: Методические указания к лабораторным занятиям / под ред. М.Н. Комарова и др. — СПб.: СПХФА, 1998. — С. 30–35.
8. Прямые методы биотестирования почвы и метаболитов микроорганизмов / А.М. Гродзинский, Е.Ю. Кострома, Т.С. Шроль, И.Г. Хохлова // *Аллелопатия и продуктивность растений: Сб. науч. тр.* — К.: Наук. думка, 1990. — С. 121–124.
9. *Гродзинский А.М.* Руководство по применению биохимических методов в аллелопатических исследованиях почв / А.М. Гродзинский, С.А. Горобец, Л.И. Крупа. — К., 1988. — 18 с.
10. Ivanov V.B. Using the roots as test objects for the assessment of biological action of chemical substances / V.B. Ivanov // *Rus. J. Plant Physiol.* — 2011. — Vol. 58, no. 6. — P. 1082–1089.

REFERENCES

1. Retman S., Kyslykh T. (2013). *Yakisne protruennia nasinnia — osnova zakhystu ozymoi pshenytsi* [Quality seed dressing — the basis of protecting winter wheat]. *Ahrobiznes Sohodni* [Agribusiness Today]. No. 22 (269), p. 28–30 (in Ukrainian).
2. Dean R., Van Kan J.A.L., Pretorius Z.A., Hammond-Kosack K.E., Spanu A.P.D., Rudd J.J., Dickman M., Kahmann R., Ellis J., Foster G.D. (2012). The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*. Vol. 13, no. 4, p. 414–430 (in English).
3. Epstein E., Datnoff L.E., Snyder G.H., Korndooer G.H. (2001). Silicon in plants: facts vs. concepts. *Silicon in Agriculture*. Elsevier, Amsterdam the Netherlands, p. 1–16 (in Netherlands).
4. Datnoff L.E., Seebold K.W., Correa-Victoria (2001). Use of silicon for integrated disease management: Reducing fungicide applications and enhancing host plant resistance. *Silicon in Agriculture*. Elsevier Science, Amsterdam the Netherlands, p.171–184 (in Netherlands).
5. Hiscox J.D., Israelstam C.F. (1979). A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. *Can. J. Bot.* Vol. 57, p. 1332–1334 (in English).
6. Pleshkov B.P. (1985). *Praktikum po biokhymii rasteniy. 3-e izd. dop. i pererab.* [Workshop on Plant Biochemistry]. Moscow: Agropromizdat, 255 p. (in Russian).
7. Komarova M.N., Nikolaeva L.A. (1998). *Fitokhimiicheskiy analiz lekarstvennogo rastitelnogo syr'ya. Metodicheskie ukazaniya k laboratornym zanyatiyam* [Phytochemical analysis of medicinal plants. Methodical instructions to laboratory work]. Sankt-Peterburg: SPKhFA. p. 30–35 (in Russian).
8. Grodzinskiy A.M., Kostroma Ye.Yu., Shrol T.S., Khokhlova I.G. (1990). *Pryamye metody biotestirovaniya pochvy i metabolitov mikroorganizmov* [Direct methods of bioassay of soil microorganisms and metabolites]. *Allelopatiya i produktivnost rasteniy: Sb. nauch. tr. Kiev: Nauk. dumka*, p. 121–124 (in Russian).
9. Grodzinskiy A.M., Gorobets S.A., Krupa L.I. (1988). *Rukovodstvo po primeneniyu biokhimiicheskikh metodov v allelopaticheskikh issledovaniyakh pochv* [Guidance on the application of biochemical methods in allelopathic soil research]. Kiev, 18 p. (in Russian).
10. Ivanov V.B. (2011). Using the roots as test objects for the assessment of biological action of chemical substances. *Rus. J. Plant Physiol*, vol. 58, No. 6, p. 1082–1089 (in English).

БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

УДК 578.85/86

DIAGNOSIS OF SEED VIRAL INFECTION OF VEGETABLE CROPS

A. Boyko^{1,2}, N. Opryshko¹, V. Tsvygun¹, G. Orlovskaya²

¹ Інститут агроекології і природокористування НААН

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка

*Встановлено показник ураженості насіння комерційних сортів томату істівного (*Lycopersicon esculentum* Mill.), перцю овочевого (*Capsicum annuum* L.) та синього баклажана (*Solanum melongena* L.) вірусними патогенами. Найбільший уміст антигенів вірусу огіркової мозаїки детектувався у сортах томатів Де-Барао червоний, Яблунька Росії, перцю Анастасія, Солодкий пастух, баклажана Алмаз. У насінні томату сорту Де-Барао червоний та перцю сорту Ротунда виявлено антигени вірусу мозаїки томатів. Встановлено, що вірусна інфекція не впливала на лабораторну схожість, але знижувала енергію проростання та силу росту насіння.*

Ключові слова: віруси, імуноферментний аналіз, посівні якості насіння, пасльонові, проросток, зародок.

The yield losses and reduction of crop quality caused by plant pathogens have gained increasing recognition in recent years. The use of varieties resistant to pathogens appears to be one of the best control strategies, but is not always possible or effective [1]. Being obligate parasites phytoviruses capable of infecting new plants at intervals appropriate to the life cycle of the host [2]. There are some types of response by plants to inoculation with a virus.

Virus does not replicate in immune (extremely resistant) plants, doesn't spread in it and causes no symptoms. Pathogens spread through the plant and high titer of infectious agents in tissues in the absence of clear disease symptoms (often latent infection) are observed in tolerant plants [3]. In this case of plant response of viral infection visually is not identified, but may be spread in biocenosis and infect other plants. As a result crop yields are reduced and production quality is decreased.

An increasing number of data showing the expansion of the range of the most harmful pathogens of viral diseases, propagation of

complex and latent infections, the emergence of new infections forms with altered pathogenicity are published in recent years [4, 5].

There are nearly 110 specific viruses of different taxonomic affiliation, which differ in their biological, serological, and environmental characteristics and mode of transmission in vegetable crops according to the taxonomic committee on viral disease [6].

Some pathogens have a wide range of plant hosts. For example, *Tobacco* rattle virus affects over 400 species of plants from 50 families. Many plants can be affected by several viral agents. In the case of mixed infections, drastic reductions in yield may occur due to synergistic effect.

About one fifth of the known plant viruses are transmitted through the seed of infected host plants [2]. The reasons why some pathogens are transferred with seeds and others are not are not still understood despite the progress in studying the issue of seed phytovirus distribution. The ability to invade generative tissues from vegetative is typical for many viruses, including the *Potyvirus*, *Nepovirus*, *Cucumovirus* genera [1].

In plants of the family *Solanaceae* pathogens are efficiently transmitted by seeds. Vi-

ruses are localized in the embryo, endosperm and testa [2, 7, 8]. The degree of virus transfer from a germ seed to plant depends on the ability of the pathogen to survive at a time of seed resting phase and on the ability to reactivate during or after germination.

Under favorable conditions, pathogen may be present in the seed for years until it loses its vitality. So it is possible to estrange the time of pathogens' spread on much longer period than while infection through vegetative parts of plants. Thus, *Bean common mosaic virus* (BSMV) was isolated from bean seeds after 30 years of storage [1, 2].

There are contradictory data regarding the impact of these pathogens on seed conditioning properties. According to Johansen E. [9] and other reports, e.g. on *Pea seed-borne mosaic virus* (PSbMV) in pea [10], *Soybean mosaic virus* (SMV) in soybean [11], *Pea early browning virus* (PEBV) in pea [12], *Turnip yellow mosaic virus* (TYMV) in *Arabidopsis thaliana* [13] did not have significant effect on seed germination of studied cultures. Johansen E. [9] considers that the decrease in seed germination, most likely caused by the effects of lesions of the parent plant than of an infectious agent presence in the seed. Kazinczi G. and Horvath J. [14] reported that *Sowbane mosaic sobemovirus* (SoMV), seed-transmitted in *Chenopodium* spp., caused a reduced viability of seeds from infected plants. The viability of seeds from *Solanum nigrum* L. plants infected with *Tobacco mosaic tobamovirus* (TMV) was also significantly reduced compared to that of seeds from healthy plants [15]. There are no reliable means of combating with viral infection nowadays. Therefore, the only effective way of containment is its early diagnostics [16].

The aim of our study was to establish the presence of viruses in the seeds of plants of the family *Solanaceae* and their impact on sowing qualities of seeds.

MATERIALS AND METHODS

Seeds of paprika (*Capsicum annuus* L.), tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and eggplant (*Solanum melongena* L.) were used for the study.

Research was conducted using commercial cultivars of *Solanaceae* seeds of 3 firms: «Semena Ukrainy» (tomato cultivars «Grusha krasnaya», «De Barao krasnyy», «Yablonka Rossii», «Kobzar Tarasenko», paprika cultivars «Anastasia», «Zolotoy fazan», «Sladkiy pastuh», «Shorok-shary», «Veronika», eggplant cultivars «Long-pop», «Chornyy kravets», «Almaz», «Aysberg»), «Flora market» (tomato cultivars «Kron prynz», «Dgyna», paprika cultivars «Orangevoe chudo», «Bogaty», «Kolobok») and «Vesna» (tomato cultivars «Novichok», «Lahidnyy», «Efimer», «Lyana», paprika cultivars «Lumina», «Rotunda», «Krasnyy tsygan»).

Sowing qualities of seeds were carried in accordance with All Union State standard 12038–84 [17]. Seeds were analyzed for the presence of RNA viral antigens: *Alfalfa mosaic virus* (AMV, *Alfamovirus*), *Cucumber mosaic virus* (CMV, *Cucumovirus*), *Pepper mild mosaic virus* (PMMV, *Tobamovirus*), *Tobacco rattle virus* (TRV, *Tobravirus*), *Tomato mosaic virus* (ToMV, *Tobamovirus*), *Tobacco mosaic virus* (VTM, *Tobamovirus*), *Potato virus Y* (PVY, *Potyviridae*), *Tobacco ringspot virus* (TRSV, *Nepovirus*), *Tomato ringspot virus* (ToRSV, *Nepovirus*) and *Pepino mosaic virus* (PepMV, *Potexvirus*), which are dominant on the plants of *Solanaceae* family.

Signification of viral antigens was conducted with «Indirect» and «sandwich» ELISA. Seeds were germinated for 7 days at room temperature (25°C) before carrying out serological tests. Sterile Petri dishes and water, which was filtered through a bacterial filter (25 microns) to avoid contamination by extraneous microflora, were used for germination of seeds.

Germinated seeds were homogenized in mortars in phosphate buffer (0.1 M PBS, pH 7.4) at a ratio of 1:4 (m/v). Homogenate had been centrifuged at 5000 rpm for 20 min. at 4°C for cleaning material from plant components. Supernate was used for the determination of viral pathogens. Morphology of purified vibriions was assessed under electron microscope JEM–1400 using 2% uranyl acetate as contrasting agent.

In addition, the determination of viral pathogens was conducted in water samples

where seeds were soaked during the germination. This test was done to identify viral pathogens transmitted by seeds not only in the embryo, but also on surface structures (testa). When setting ELISA we used diagnostic antiviral serums (Aschersleben, Germany) and commercial polyclonal test systems (Loewe Biochemica, Germany) following the manufacturer's recommendations. The results were read at the wavelength of 405/630 nm using microplate reader Termo Labsystems Opsis MR (USA) with software Dynex Revelation Quicklink.

RESULTS AND DISCUSSION

Solanaceae seeds of 25 varieties were tested on a wide range of viruses. Research showed that among all seeds samples there were no viral antigens to AMV, PMMV, TRV, VTM, PVY, TRSV, ToRSV and PepM.

The presence of viral antigens to CMV in tomato cultivar «Yablonka Russii» and complex infection of CMV and ToMV in cultivar «De Barao Krasnyy» was revealed. 11 commercial varieties of paprika seeds were checked and 2 of them were found to be infected by CMV. Those were cultivars «Anastasia» and «Sladkiy pastuh». ToMV was identified in seeds of paprika cultivar «Rotunda». CMV was detected in one of 5 studied cultivars of eggplant. That was cultivar «Almaz».

Determination of viral pathogens was conducted in water samples where seeds were soaked during the germination. Antigens of CMV were identified in water samples of seeds of tomato cultivars «De Barao krasnyy», «Yablonka Rossii», paprika cultivars «Anastasia», «Sladkiy pastuh» and eggplant cultivar «Almaz». Overall, these results indicate that CMV was identified both in the embryo and on the seed surface structures.

The second set of analyses was to examine the impact of phytoviruses on sowing qualities of infected seeds of different cultivars, namely, laboratory germination, seed vigor, germinative power and humidity. Comparison of healthy and infected seeds sowing qualities was conducted to reveal the impact of viruses on sowing qualities of seeds.

It can be seen from the data in Table that the worst sowing qualities of tomato seeds revealed cultivar «Kron prynts». The best laboratory germination had cultivar «Dgyna». Infected and healthy seeds of tomato had the same laboratory germination of 83–84%. This indice of healthy paprika seeds was 61–98%, and of infected ones it was 71–84%. Laboratory germination of healthy eggplant seeds was 74–85%, and of infected ones (cultivar «Almaz») it was 83%. As we can see, viral infection had no impact on laboratory germination of tomato and eggplant seeds, but decreased it for paprika seeds.

Seed vigor of healthy tomato seeds, except of cultivar «Kron prynts», was 76–95%, while of infected ones it was 69–70%. This measure of healthy eggplant seeds was higher in comparison with infected. There were no significant differences found between results in seed vigor of healthy and of infected paprika seeds. Overall, this research has found that generally viral infection decreased seed vigor of *Solanaceae* family seeds.

Germinative power of healthy tomato seeds, except of cultivar «Kron prynts», was 75–86%. Infected tomato seeds had lower measure of germinative power, it was 65–67%. Germinative power of healthy paprika seeds was 56–94%, but of infected ones (cultivars «Anastasia», «Sladkiy pastuh», «Rotunda») it was 59–69%. Germinative power of healthy eggplant seeds was 76–81%, and of infected ones it was 66%. The deformation of leaves and their lag in growth were observed comparing infected and healthy seeds.

Duration of seed storage depends on its humidity. High humidity of seed increases its respiration. As a result it decreases its sowing qualities. There are different standards of seed humidity for different zones. For warm and dry regions, like Ukraine, seed humidity is 14%. It can be seen from the data in Table 1 that, humidity of examined seeds was 10.0–13.5%. Viral infection didn't have significant impact on this property.

CONCLUSIONS

The results of this investigation showed the presence of viral antigens in seeds of some

Sowing qualities of seeds

Crop	Cultivar	Germinative power, %	Seed vigor, %	Humidity, %	Laboratory germination, %
tomato	«De Barao Krasnyy»	65	69	12.0	84
tomato	«Yablonka Rossii»	67	70	10.0	83
tomato	«Kobzar Tarasenko»	83	84	11.0	91
tomato	«Grusha krasnaya»	81	78	13.0	85
tomato	«Novichok»	76	79	11.0	83
tomato	«Lahidnyy»	77	76	12.0	80
tomato	«Efimer»	86	83	13.0	88
tomato	«Lyana»	75	81	13.4	86
tomato	«Kron prynts»	56	59	12.3	61
tomato	«Dgyna»	90	95	13.0	98
paprika	«Anastasia»	59	64	11.0	71
paprika	«Sladkiy pastuh»	69	76%	12.0	84
paprika	«Rotunda»	68	79%	10.0	80
paprika	«Zolotoy fazan»	82	84	10.0	88
paprika	«Lumina»	70	69	10.0	79
paprika	«Shorok shary»	94	91%	13.5	96
paprika	«Veronika»	89	86%	11.5	92
paprika	«Krasnyy tsygan»	64	61%	10.8	66
paprika	«Orangevoe chudo»	56	69%	12.3	61
paprika	«Bogatyr»	90	93%	13.0	98
paprika	«Kolobok»	82	83%	12.0	78
eggplant	«Almaz»	66	68	9.7	83
eggplant	«Long-pop»	81	77	12.0	83
eggplant	«Chornyy krasavets»	76	81	12.6	85
eggplant	«Aysberg»	80	74	10.7	81

cultivars of paprika, tomato and eggplant. It was shown that the CMV had the highest dispersion. Antigens of CMV were identified in seeds of tomato cultivars «De Barao Krasnyy», «Yablonka Rossii», paprika cultivars «Anastasia», «Sladkiy pastuh» and eggplant cultivar «Almaz». CMV was identified both in the embryo, and on the seed surface

structures. ToMV was revealed in tomato cultivar «De Barao Krasnyy» and paprika cultivar «Rotunda». This research has found the impact of pathogens on sowing qualities of seeds. These results suggest that viral infection had no impact on laboratory germination, but decreased seed vigor and germinative power.

REFERENCES

1. *Albrechtsen S.E.* Testing Methods for Seed-transmitted Viruses: Principles and Protocols / S.E. Albrechtsen. — CABI, 2006. — 268 p.
2. *Matthews R.C.* Fundamentals of Plant Virology / R.C. Matthews. — Academic Press, 1992. — 403 p.
3. *Малиновский В.И.* Механизмы устойчивости растений к вирусам / В.И. Малиновский. — Владивосток: Дальнаука, 2010. — 324 с.
4. *Arden Sherf F.* Vegetable diseases and their control / F. Arden Sherf, A. Alan MacNab. — New York. Gargening, 1986. — 728 p.

5. *Subramanya Sastry K.* Seed-borne plant virus diseases / K. Subramanya Sastry. — Springer Science: Business Media, 2013. — 348 p.
6. Virus taxonomy. Ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses / [eds. Andrew King, et al.]. — Wien: Springer-Verlag, 2012. — 1327 p.
7. *Бойко А.Л.* Экология вирусов растений / А.Л. Бойко. — К.: Наукова думка, 1990. — 116 с.
8. Віруси перцю солодкою в агроценозах України та насіннєвому матеріалі / Т.О. Руднева, Т.П. Шевченко, В.О. Шамрайчук [та ін.] // Мікробіологія і біотехнологія. — 2012. — № 4. — С. 29–35.
9. *Johansen E.* Seed transmission of viruses: current perspectives / E. Johansen, M.C. Edwards, R.O. Hampton // Annual Review of Phytopatology. — 1994. — No. 32. — P. 363–386.
10. *Hampton R.O.* Dynamics of symptom development of the seed-borne Pea fizzle-top virus / R.O. Hampton // Phytopathology. — 1972. — No. 62. — P. 268–272.
11. *Irwin M.E.* Ecology and control of Soybean mosaic virus in soybeans. In: Maromrosch K., Harris KF (eds) Plant Diseases and vectors: Ecology and Epidemiology / M.E. Irwin, R.M. Goodman. — New York: Academic Press, 1981. — P. 182–215.
12. *Wang D.* Viral determinants of pea early browning seed transmission in pea / D. Wang, S.A. MacFarlane, A.J. Maule // Virology. — 1997. — No. 234. — P. 112–117.
13. *F.M. de Assis Filho.* Evaluation of seed transmission of *Turnip yellow mosaic virus* and *Tobacco mosaic virus* in *Arabidopsis thaliana* / F.M. de Assis Filho, J.L. Sherwood // Phytopathology. — 2000. — No. 90. — P. 1233–1238.
14. *Kazinczi G.* Transmission of *Sowbane mosaic sobemovirus* by seeds of *Chenopodium* species and viability of seeds / G. Kazinczi, J. Horvath // Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica. — 1998. — No. 33. — P. 21–26.
15. *Kazinczi G.* Biological decline of *Solanum nigrum* L. due to *Tobacco mosaic tobamovirus* (TMV) infection. II. Germination, seed transmission, seed viability and seed production / G. Kazinczi, J. Horvath, A.P. Takacs, D. Pribek // Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica. — 2002. — No. 37. — P. 329–333.
16. *Даньков В.Я.* Фітосанітарно-екологічні основи насінництва буряків / В.Я. Даньков, П.О. Мельник. — Чернівці, 2010. — 460 с.
17. Семена сельскохозяйственных культур. Метод определения качества. Государственные стандарты. — Ч. 2. — М. 1991. — С. 58 — 85.

REFERENCES

1. Albrechtsen S.E. (2006). Testing Methods for Seed-transmitted Viruses: Principles and Protocols, CABI, 268 p. (*in English*).
2. Matthews R.C. (1992). Fundamentals of Plant Virology. Academic Press, 403 p. (*in English*).
3. Malinovskiy V.I. (2010). *Mekhanizmy ustoychivosti rasteniy k virusam* [Mechanisms of plant resistance to viruses]. Vladivostok: Dalnauka Publ., 324 p. (*in Russian*).
4. F. Arden Sherf, Alan A. MacNab (1986). Vegetable diseases and their control. Gargening, 728 p. (*in English*).
5. Subramanya Sastry K. (2013). Seed-borne plant virus diseases. Springer Science: Business Media, 348 p. (*in English*).
6. Andrew King et al. eds. (2012). Virus taxonomy. Ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses Wien: Springer-Verlag, 1327 p. (*in English*).
7. Boyko A.L. (1990). *Ekologiya virusov rasteniy* [Ecology of plant viruses], Kiev: Naukova dumka Publ., 116 p. (*in Ukrainian*).
8. Rudnieva T.O., Shevchenko T.P., Shamraichuk V.O. et al. (2012). *Virusy pertsiu solodkoho v ahrotsenozakh Ukrainy ta nasinnievomu materialy* [Viruses of sweet pepper in agroecosystems of Ukraine and seed material]. *Mikrobiologhiia i biotekhnologhiia* [Microbiology and Biotechnology]. No. 4, pp. 29–35 (*in Ukrainian*).
9. Johansen E. Edwards M.C., Hampton R.O. (1994). Seed transmission of viruses: current perspectives. Annual Review of Phytopatology, No. 32, pp. 363–386 (*in English*).
10. Hampton R.O. (1972). Dynamics of symptom development of the seed-borne *Pea fizzle-top virus*. Phytopathology, No. 62, pp. 268–272 (*in English*).
11. Irwin M.E., Goodman R.M. et al. (1981). Ecology and control of Soybean mosaic virus in soybeans. Plant Diseases and vectors: Ecology and Epidemiology. New York: Academic Press, pp. 182–215 (*in English*).
12. Wang D., MacFarlane S.A., Maule A.J. (1997). Viral determinants of pea early browning seed transmission in pea. Virology, No. 234, pp. 112–117 (*in English*).
13. De Assis Filho F.M., Sherwood J.L. (2000). Evaluation of seed transmission of Turnip yellow mosaic virus and Tobacco mosaic virus in *Arabidopsis thaliana*. Phytopathology, No. 90, pp. 1233–1238 (*in English*).
14. Kazinczi G., Horvath J. (1998). Transmission of Sowbane mosaic sobemovirus by seeds of *Chenopodium* species and viability of seeds. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, No. 33, pp. 21–26 (*in English*).
15. Kazinczi G., Horvath J., Takacs A., Pribek D. (2002). Biological decline of *Solanum nigrum* L. due to Tobacco mosaic tobamovirus (TMV) infection. II. Germination, seed transmission, seed viability and seed production. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, No. 37, pp. 329–333 (*in English*).
16. Dankov V.Ja., Melnyk P.O. (2010). *Fitosanitarno-ekolohichni osnovy nasinnystva buriakiv* [Phytopathology and environmental bases of beet seed]. Chernivtsi, 460 p. (*in Ukrainian*).
17. State Standarts. *Semena selskokhozyaystvennykh kultur. Metod opredeleniya kachestva* [Agricultural seeds. Method of quality assessment]. Moscow, Part 2, 1991, pp. 58–85 (*in Russian*).

СЕРОЛОГІЧНА ДІАГНОСТИКА X-ВІРУСУ ХОСТИ В РОСЛИН РОДУ *HOSTA* TRATT.

Г.С. Щетиніна¹, А.В. Харіна¹, О.П. Перебойчук², І.Г. Будзанівська¹

¹ ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка

² Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України

Встановлено, що в екологічних умовах України існує X-вірус хости. Методом ЗТ-ПЛР було проведено його виділення, очистку та отримано специфічну діагностичну сироватку. Обґрунтовано необхідність обмеження передачі цього патогену (у 2013 р. вірус занесено в реєстр очікування на включення до переліку карантинних збудників Європейської асоціації із захисту рослин — ЕРРО) у спосіб ранньої діагностики та перевірки посадкового матеріалу.

Ключові слова: X-вірус хости, *Hosta Tratt.*, діагностична сироватка, рання діагностика.

Рід *Hosta* родини *Agavaceae* Dumort за даними різних авторів налічує 22–43 види та понад 7000 культиварів [1], природний ареал яких — Східно-Азійські області Голарктичного царства. Всі види є ендеміками Китайсько-Японського регіону. Найбільші центри культивування та гібридизації хости на сьогодні зосереджуються в США та Японії. Ці рослини популярні у країнах Європи, Канаді та Австралії.

В Україні попит на рослини роду *Hosta* зріс лише останнім часом. Тривалий час вважалося, що рослини роду *Hosta* є стійкими до ураження хворобами і шкідниками. Проте впродовж останнього десятиліття ХХ ст. виробники посадкового матеріалу почали фіксувати часту появу незвичних візерунків на листках рослин, які спочатку згруповували в окремі сорти.

Дослідження, проведені доктором Бенном Лок Хартом [1] із університету Міннесоти (США), засвідчили, що рослини можуть бути інфіковані багатьма вірусами, серед яких: *Impatiens necrotic spot virus* (INSV), *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Arabidopsis mosaic virus* (ArMV), *Tobacco ringspot virus* (TRSV), *Tomato ringspot virus* (ToRSV) та *Tobacco rattle virus* (TRV) [2]. Ці віруси характеризуються широким діапазоном біологічних векторів (комахи або нематод).

Окрім вищезгаданих вірусів, було виявлено невідомий вірус, який отримав назву — X-вірус хости (ХВХ). У жовтні 2003 р. були опубліковані перші офіційні дані щодо його структури [3]. На відміну від перелічених вірусів, ХВХ не має векторної передачі, проте спричиняє значні збитки та становить серйозну загрозу для рослин. Повідомлення про виявлення ХВХ фіксують у багатьох країнах світу. Його розповсюдження набуває епідеміологічних розмірів. Постійно існує загроза розширення території циркуляції цього вірусу, що вже детектований на території Чехії, Фінляндії, Франції, Італії, Норвегії, Польщі, Китаю, Кореї, Канади, США, Нової Зеландії. Значна кількість інфікованих рослин перебуває у приватних колекціях садівників. Із промислових розплідників деяких з наведених країн культивари рослини роду *Hosta* імпортуються в Україну.

X-вірус рослин хости є одним з видів роду *Potexvirus* і вважається основним збудником їх захворювання [4, 5] — зазвичай спричиняє мозаїку, хлороз, некроз, скручування, карликовість, деформацію, крапчастість, затримку росту. Встановлено, що ХВХ поширюється вегетативним та насінним розмноженням інфікованих рослин, а також механічним шляхом унаслідок потрапляння соку інфікованої рослини в пошкоджені тканини здорової [5–7].

Основними заходами із запобігання розповсюдженню вірусу є знищення інфікованих рослин. Тому зважаючи на всі обставини, Європейська асоціація із захисту рослин у серпні 2013 р. внесла ХВХ у реєстр очікування на включення до переліку карантинних збудників [8].

На території України рослини *Hosta* вирощують переважно в приватних колекціях та ботанічних садах. Одну з найбільших колекцій зібрано у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України (НБС НАН України).

Метою роботи було проведення моніторингу ХВХ в екологічних умовах України, отримання специфічної сироватки для ранньої діагностики та обстеження колекції видів *Hosta* для обмеження поширення патогену.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріалом слугували зразки рослин 21 сорту хости колекції НБС НАН України.

Були застосовані такі методи: *візуальної діагностики* — відбір зразків рослин *Hosta* здійснювали в два етапи. На першому етапі було відібрано рослини п'яти різних сортів, які, за даними літературних джерел, найчастіше уражаються ХВХ та мають типові симптоми; на другому — рослини 21 сорту. Всі відібрані рослини демонстрували нехарактерне їм кольорове забарвлення та структуру листка; *непрямого імуноферментативного аналізу* (ІФА) — проводили з використанням поліклональних антитіл Х-вірусу картоплі (ХВК) до серологічно спорідненого ХВХ; *виділення тотальної РНК* — з листя зразка *Hosta cv Sum and Substance* за допомогою реагенту RNeasy Plant Mini kit (Qiagen, Великобританія) була виділена тотальна РНК, з якою у подальшому проводили зворотню-транскрипційну полімеразу ланцюгову реакцію (ЗТ-ПЛР); *полімеразно-ланцюгової реакції* — для підтвердження наявності ХВХ під час проведення ЗТ-ПЛР використали специфічну пару праймерів, що ампліфікують ділянку білка оболонки масою 706 [9]. Отриманий продукт гена капсидного білка ХВХ візуалізували за допомогою електро-

форезу в 1,5%-му агарозному гелі; виділення та очистки вірусу — проводили методом диференційного центрифугування, а чистоту вірусного препарату перевіряли спектрофотометрично, визначаючи співвідношення $E_{260}:E_{280}$, де E_{260} та E_{280} — коефіцієнти поглинання нуклеїнових кислот та амінокислот відповідно. За формулою Едельгоха визначали концентрацію препарату [10]; *електронної мікроскопії* — для візуалізації вірусних часток цим методом були виготовлені сіточки з формваровою плівкою-підкладкою, на які був нанесений очищений вірусний препарат, зразки контрастували у розчині уранілу ацетату [11]; *діагностичної антисироватки* — отримували специфічну антисироватку до ХВХ шляхом чотирьохкратної імунізації кроля вздовж хребта вірусом у концентрації 3,25 мг/мл. Через тиждень після останньої імунізації здійснювали прижиттєвий забір крові з дослідної тварини в об'ємі 20 мл, відбір сироватки та її доочищення шляхом низькошвидкісного центрифугування при 1,5 тис. об./хв упродовж 5 хв. Отриману сироватку розливали у пластикові пробірки обсягом 25 мкл та зберігали при температурі -20°C [12].

Методом непрямого ІФА визначали титр та робоче розведення антисироватки. Тест проводили на 96 лункових полістеролових планшетах, використовуючи як антиген очищений вірус. За допомогою імуноелектроблотингу визначали специфічність сироватки [12].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Зразки листків уражених рослин *Hosta* відбирали за візуальними симптомами: мозаїка, системний хлороз, прижилковий, міжжилковий хлороз, знебарвлення листової пластинки, скручування та гофрування листка, потовщення листової пластинки, некроз.

У подальшому відібрані зразки перевіряли на зараження вірусом серологічними, електронно-мікроскопічними та молекулярними методами. Методом непрямого ІФА було протестовано 5 зразків у трьохкратній повторності (рис. 1).

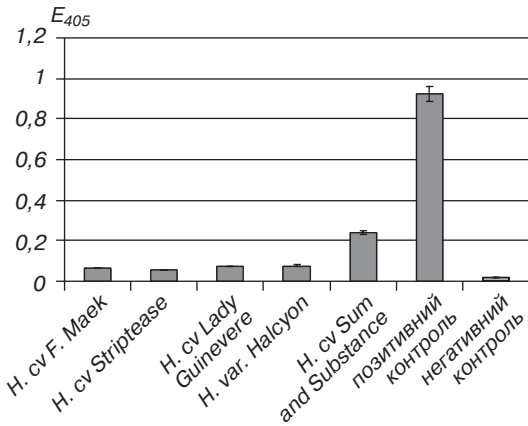


Рис. 1. Результати імуноферментативного аналізу різних сортів рослин *Hosta* на зараження серологічно спорідненим до Х-вірусу хости Х-вірусом картоплі

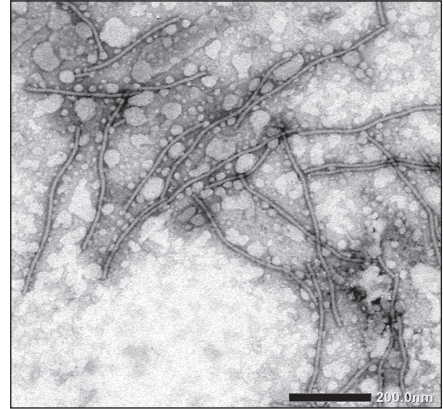


Рис. 2. Електронно-мікроскопічне зображення Х-вірусу хости (Бар – 200 нм)

У зразку *Hosta* cv Sum and Substance був виявлений вірус, серологічно споріднений з ХВХ.

Для надійнішої детекції було здійснено оптимізацію ЗТ-ПЛР у спосіб використання специфічної пари праймерів до ділянки капсидного білка ХВХ.

Унаслідок візуалізації отриманого продукту ампліфікації у агарозному гелі було встановлено, що маса зразка *Hosta* cv Sum and Substance становить 706 пар основ. Це свідчить про те, що цей зразок уражено ХВХ. У подальшому зі зразків *Hosta* cv Sum and Substance здійснювали виділення та очистку цього вірусу.

Спектрофотометрично визначали концентрацію вірусу та рівень його чистоти. Так, концентрація препарату становила 3,1 мг/мл, рівень чистоти 1,09, що не набагато відрізняється від норми, що становить 1.

Очищений вірусний препарат використовували для приготування сіточок для електронної мікроскопії (рис. 2).

У зразках виявлено вірусні частки, розмір яких становить $470-580 \pm 20$ нм та 13 ± 1 нм у діаметрі, що за морфологічними характеристиками відповідає ХВХ.

Наступним кроком було отримання поліклональної сироватки до ХВХ. Якість антисироватки перевіряли у спосіб визна-

чення титру і специфічності до відповідного антигена.

Різновид титру та робоче розведення антисироваток встановлювали методом непрямого ІФА. Робоче розведення отриманої сироватки становить 1:8000 при титрі 1:32000.

Специфічність отриманої антисироватки визначали за допомогою методу імуноелектроблотингу. За взаємодії ізольованого ХВХ із гомологічними антитілами на нітроцелюлозній мембрані спостерігалася чітка смуга, яка за молекулярною масою була еквівалентною масі капсидного білка ХВХ, що свідчить про специфічність отриманої сироватки до ХВХ.

У процесі перевірки 56 рослин *Hosta* 21 сорту щодо ураження ХВХ методом ІФА, з використанням отриманих нами діагностичних антитіл, була встановлена позитивна реакція у зразках 5 різних сортів (рис. 3).

ВИСНОВКИ

За використання отриманої антисироватки методом ІФА проведено діагностику ХВХ у рослинах *Hosta* – 56 рослин 21 сорту колекції НБС НАН України. За результатами цього тестування було встановлено інфікування ХВХ п'яти сортів рослин *Hosta*,

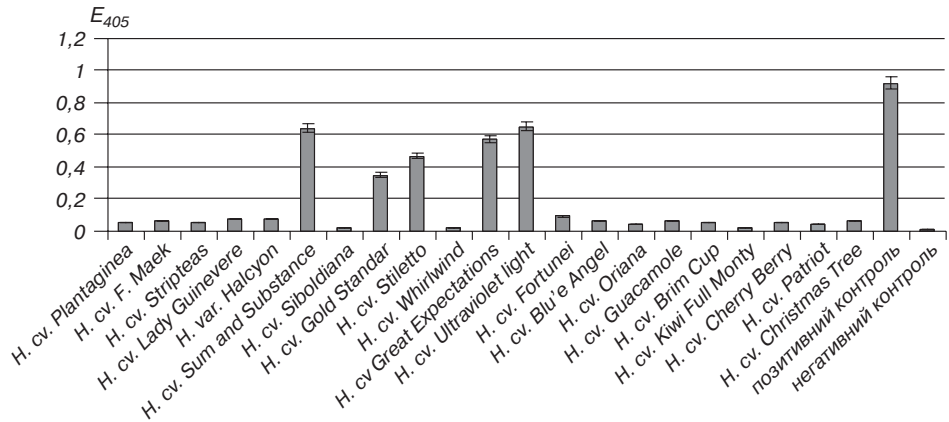


Рис. 3. Результати імуноферментативного аналізу зі специфічною антисироваткою до Х-вірусу хости

a same: Halcyon, Stiletto, Sum and Substance, Great Expectations, Ultraviolet light.

Зважаючи на широке використання рослин *Hosta* в озелененні та ландшафтному дизайні, в екологічних умовах України необхідно здійснювати контроль посадкового матеріалу щодо зараження на ХВХ та його розповсюдження за допо-

могою ранньої діагностики методом ІФА (з отриманою нами антисироваткою). На сьогодні у світі не існує ефективного лікування вірус-інфікованих рослин, єдиною можливим способом уникнути розповсюдження зараження ХВХ є вчасна діагностика та знищення інфікованої рослини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Zilis M.R. The Hostapedia. An Encyclopedia of Hosta / M.R. Zilis // Rocheller IL: Q& Nursery. — 2009. — P. 1128. — <http://www.plantsgalore.com/people/hostaphiles/000-hostaphile-Z.htm>
2. Lewandowski D.J. Hosta virus X / D.J. Lewandowski // Fact sheet, Agriculture and Natural Resources. — 2008. — P. 1–2. — <http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/3000/pdf/3069.pdf>
3. Blanchette B. Hosta virus X: A three-year study / B. Blanchette, B. Lockhart // Hosta Journal. — 2003. — Vol. 35. — P. 19–23.
4. Currier S. Lockhart BEL. Characterization of a potexvirus infecting Hosta spp. // Plant Dis. — 1996. — Vol. 80. — P. 1040–1043.
5. Park M.H. Molecular evidence supporting the classification of Hosta virus X as a distinct species of the genus Potexvirus / M.H. Park, K.H. Ryu // Arch Virol. — 2003 — Vol. 148. — P. 2039–2045.
6. Ryu K.H. Characterization and seed transmission of Hosta virus X isolated from Hosta plants / K.H. Ryu, M.H. Park, M.Y. Lee // Acta Hort. — 2006. — Vol. 722. — P. 91–94.
7. Smitt S. Hosta virus X / S. Smitt, R. Gergerich, J. Robbins // Agriculture and Natural Resources. — 2006. — No. 8. — P. 36–54.
8. Zucchini green mottle mosaic virus is a new tobamovirus; comparison of its coat protein gene with that of kyuri green mottle mosaic virus / K.H. Ryu, B.E. Min, G.S. Choi et al. // ArchVirol. — 2000. —Vol. 145. — P. 2325–2333.
9. OEPP Service d'Information / M.T. Windham, J.K. Moulton, M.R. Hajimorad // EPPO Reporting Service PARIS. — 2013. — Vol. 8. — P. 175.
10. Гнущова Р.В. Серология и иммунохимия вирусов растений / Р.В. Гнущова. — М., 1993. — 301 с.
11. Поліщук В.П. Посібник з практичних занять до курсу «Загальна вірусологія» / В.П. Поліщук, І.Г. Будзанівська, Т.П. Шевченко. — К., 2005. — 153 с.
12. Currier S. Characterization of a potexvirus infecting Hosta spp. / S. Currier, B.E.L. Lockhart // Plant Dis. — 1996. — Vol. 80. — P. 1040–1043.

REFERENCES

1. Zilis M.R. (2009). The Hostapedia. An Encyclopedia of Hosta. Rocheller IL: Q& Nursery. P. 1128 (*in English*).
2. Lewandowski D.J. (2008). Hosta virus X. Fact sheet, Agriculture and Natural Resources, pp. 1–2 (*in English*).

3. Blanchette B. Lockhart B. (2003). Hosta virus X: A three-year study. *Hosta Journal*, Vol. 35, pp. 19–23 (*in English*).
4. Currier S. (1996). Lockhart BEL. Characterization of a potexvirus infecting *Hosta* spp. *Plant Dis.*, Vol. 80, pp. 1040–1043 (*in English*).
5. Park M.H., Ryu K.H. (2003). Molecular evidence supporting the classification of Hosta virus X as a distinct species of the genus Potexvirus. *Arch Virol.*, Vol. 148, pp. 2039–2045 (*in English*).
6. Ryu K.H., Park M.H., Lee M.Y. (2006). Characterization and seed transmission of Hosta virus X isolated from *Hosta* plants. *Acta Hort.*, Vol. 722, pp. 91–94 (*in English*).
7. Smitt S., Gergerich R., Robbins J. (2006). Hosta virus X. *Agriculture and Natural Resources*, pp. 36–54 (*in English*).
8. Ryu K.H., Min B.E., Choi G.S., Choi S.H. (2000). Zucchini green mottle mosaic virus is a new tobamovirus; comparison of its coat protein gene with that of kyuri green mottle mosaic virus. *Arch Virol.*, Vol. 145, pp. 2325–2333 (*in English*).
9. Windham M.T., Moulton J.K., Hajimorad M.R. (2013). EPPO Reporting Service PARIS, Vol. 8, p. 175 (*in English*).
10. Gnutova R.V. (1993). *Serologiya i imunokhimiya virusov rasteniy* [Serology and immune-chemistry of plant viruses]. Moscow, pp. 165–169 (*in Russian*).
11. Polishchuk V.P., Budzanivska I.H., Shevchenko T.P. (2005). *Posibnyk z praktychnykh zaniat do kursu «Zahalna virusolohiia»* [Guide to practical lessons for the course «General Virology»]. Kiev. 153 p. (*in Ukrainian*).
12. Currier S., Lockhart B.E.L. (1996). Characterization of a potexvirus infecting *Hosta* spp. *Plant Dis.*, Vol. 80, pp. 1040–1043 (*in English*).

УДК 574.3:579.26

БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ РОСЛИН РОДУ *LEMNA* ЩОДО ПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ

О.В. Гулай

Інститут агроекології і природокористування НААН

Досліджено біологічну активність рослин роду Lemna на популяціях патогенних бактерій Erysipelothrix rhusiopathiae. Встановлено, що прижиттєві виділення рослин роду Lemna мають стимулюючий вплив на бактерії E. rhusiopathiae, а інтенсивність впливу залежить від рівня розведення виділень рослин. В умовах прісноводних екосистем у формаціях рослин Lemna trisulca, Lemna minor та Spirodela polyrrhiza можуть складатись сприятливі умови для існування патогенних бактерій E. rhusiopathiae, що необхідно враховувати під час господарської діяльності.

Ключові слова: *Lemna trisulca, Lemna minor, Spirodela polyrrhiza, Erysipelothrix rhusiopathiae.*

Прісноводні екосистеми України характеризуються чисельним видовим різноманіттям та складними міжвидовими зв'язками, що поєднують усі компоненти в єдину збалансовану систему. Важливу роль у цьому відіграють угруповання рослин — фітоценози, які своєю діяльністю значною мірою визначають особливості та напрям розвитку екосистем. Здатність рослин через зміни параметрів середовища існування впливати на інші види живих організмів, формуючи навколо себе спе-

цифічні угруповання, була відома здавна [1]. Зокрема, привертає до себе увагу дослідження впливу прісноводних рослин на виживання збудників захворювань людини та тварин, для яких одним із чинників їх передачі є вода відкритих водойм [2]. Патогенні бактерії *Erysipelothrix rhusiopathiae* здатні тривалий час існувати в об'єктах навколишнього природного середовища, у т.ч. і водоймах. У разі потрапляння до організму людини та тварин ці мікроорганізми спричиняють захворювання, такі як бешиха свиней, краснуха натуралістів, повзуча

еритема, еризипелоїд Розенбаха, мишача септицемія, еритема Брейкера тощо [3].

Зважаючи на значне поширення бактерій *E. rhusiopathiae* та їх значення як патогену для людини і сільськогосподарських тварин, нами поставлено за мету дослідити особливості екології цих мікроорганізмів в умовах прісноводних та прибережних біогеоценозів. А одним з напрямів досліджень є вивчення та оцінювання впливу фонових видів рослин на існування *E. rhusiopathiae* [4–6].

До складу фітоценозів більшості водойм України входять вищі рослини роду *Lemna*, найпоширенішими з них є: ряска триборозенчаста (*Lemna trisulca* L.), ряска мала (*Lemna minor* L.) та спіроделла багатокоренева (*Spirodela polyrrhiza* Schleid) [7], біологічну активність яких до *E. rhusiopathiae* ми вивчали в експерименті.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Рослини для досліджень збирали у літній період (червень — липень) у природних місцях їх зростання. У лабораторії збір промивали великою кількістю відстояної води з водогону, щоб позбутися якомога більшої кількості супутніх видів гідробіонтів, присутність яких могла вплинути на результати досліджень.

Для одержання прижиттєвих виділень рослини поміщали в акваріуми з обсягом води, що у десять разів перевищував їх біомасу. На стінках ємностей були нанесені мітки, які позначали початковий рівень води. Зі зниженням цього рівня через випаровування та транспірацію один раз на добу до акваріумів додавали свіжі порції води. Впродовж семи діб рослини зберігалися за природних добових змін температури та освітленості.

Визначення біологічної активності рослин роду *Lemna* до патогенних бактерій *E. rhusiopathiae* здійснювали методом біотестування. Виділення рослин стерилізували за допомогою бактеріальних фільтрів з діаметром пор $\leq 0,2$ мкм.

У дослідях використовували бактерії *E. rhusiopathiae*, які культивували на серцево-мозковому бульйоні (AES Chemunex,

Франція) впродовж 48 год. при температурі $+36,7 \pm 0,3^\circ\text{C}$.

Дослідні зразки містили культури бактерій та виділення рослин як не розведені, так і розведені у співвідношенні 1:10, 1:100, 1:1000 та 1:10000. Контрольні зразки мали аналогічні співвідношення культур бактерій та простерилізовану воду з водогону.

Кількість КУО (колонієутворювальних одиниць) бактерій *E. rhusiopathiae* визначали після 48-годинної експозиції зразків, що зберігались в діапазоні температур 18–20°C. Проби в об'ємі 0,1 см³ висівали на поверхню поживного агару (AES Chemunex, Франція) у чашки Петрі за послідовних розведень 1×10^{-3} , 1×10^{-4} , 1×10^{-5} , 1×10^{-6} та культивували впродовж 72 год. при температурі $36,7 \pm 0,3^\circ\text{C}$. Утворені колонії підраховували, після чого здійснювали розрахунок середньої кількості КУО на 1,0 см³.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати, одержані після проведення експериментів та їх статистичної обробки [8], наведено у таблицях 1–3.

Виділення *L. trisulca* мали значний стимулюючий вплив на бактерії *E. rhusiopathiae*. У зразках із нерозведеними виділеннями цього виду рослин кількість КУО *E. rhusiopathiae* була у 33,54 раза вищою порівняно з контролем.

Із збільшенням показника розведення виділень *L. trisulca* інтенсивність їх стимулюючого впливу на популяції еризипелотриксів знижувалась. Так, різниця вмісту КУО *E. rhusiopathiae* між дослідом та контролем при рівні розведення виділень рослини 1:10 становила 18,05 раза, при 1:100 — 7,84, при 1:1000 — 1,61 раза. За більших показників розведення (1:10000) виявити виразний вплив з боку *L. trisulca* на *E. rhusiopathiae* не вдалось, оскільки різниця вмісту КУО у дослідних та контрольних зразках не була достовірною.

В іншій серії експериментів із вивчення впливу виділень *L. minor* на бактерії *E. rhusiopathiae* виявлено подібну закономірність (табл. 2). У зразках із нерозведеними виділеннями *L. minor* вміст КУО

Таблиця 1

Уміст *E. rhusiopathiae* у дослідних та контрольних зразках за впливу виділень *L. trisulca* ($\times 10^6$ КУО/см³)*

№ дослідю, показник	Дослід					Контроль
	Без розведення	Розведення виділень				
		1:10	1:100	1:1000	1:10 000	
1	119,40	67,60	31,00	6,30	4,80	3,50
2	122,70	62,20	27,80	5,70	3,70	3,30
3	128,30	68,50	28,70	6,20	4,40	4,10
4	117,80	66,90	29,40	5,40	3,50	3,70
5	125,60	70,20	30,00	5,90	4,00	3,90
6	127,50	63,60	26,30	6,00	4,20	3,60
<i>M</i>	123,55	66,50	28,87	5,92	4,10	3,68
σ	4,32	3,03	1,67	0,33	0,47	0,29
<i>m</i>	1,93	1,35	0,74	0,14	0,21	0,13
Без розведення				$t = 61,89$	$t_{кр} = 4,59$	$P \leq 0,001$
При розведенні 1:10				$t = 46,12$	$t_{кр} = 4,59$	$P \leq 0,001$
-//- 1:100				$t = 33,32$	$t_{кр} = 4,59$	$P \leq 0,001$
-//- 1:1000				$t = 11,42$	$t_{кр} = 4,59$	$P \leq 0,001$
-//- 1:10000				$t = 1,69$	$t_{кр} = 3,17$	$P \leq 0,1$

Примітка* (до табл. 1–3): *M* – середнє арифметичне; σ – середнє квадратичне відхилення; *m* – середня похибка; *t* – коефіцієнт Стюдента; $t_{кр}$ – критичне значення показника *t*; *P* – рівень ймовірності.

Таблиця 2

Уміст *E. rhusiopathiae* у дослідних та контрольних зразках за впливу виділень *L. minor* ($\times 10^6$ КУО/см³)*

№ дослідю, показник	Дослід					Контроль
	Без розведення	Розведення виділень				
		1:10	1:100	1:1000	1:10 000	
1	50,30	28,70	12,10	2,60	1,50	1,70
2	47,70	26,90	11,40	2,50	1,70	1,60
3	51,10	29,50	10,90	2,70	2,30	2,10
4	45,90	30,60	11,10	2,90	1,50	1,90
5	49,30	27,20	12,00	3,00	1,80	1,70
6	50,80	29,00	11,50	2,60	1,50	2,00
<i>M</i>	49,18	28,65	11,50	2,72	1,72	1,83
σ	2,03	1,40	0,48	0,19	0,31	0,20
<i>m</i>	0,91	0,63	0,21	0,09	0,14	0,09
Без розведення				$t = 52,01$	$t_{кр} = 4,59$	$P \leq 0,001$
При розведенні 1:10				$t = 42,38$	$t_{кр} = 4,59$	$P \leq 0,001$
-//- 1:100				$t = 41,86$	$t_{кр} = 4,59$	$P \leq 0,001$
-//- 1:1000				$t = 7,15$	$t_{кр} = 4,59$	$P \leq 0,001$
-//- 1:10000				$t = 0,71$	$t_{кр} = 3,17$	$P \leq 0,1$

Примітка*: (див. табл. 1).

Таблиця 3

Уміст *E. rhusiopathiae* у дослідних та контрольних зразках за впливу виділень *S. polyrrhiza* ($\times 10^6$ КУО/см³)*

№ дослідю, показник	Дослід					Контроль
	Без розведення	Розведення виділень				
		1:10	1:100	1:1000	1:10 000	
1	25,90	16,30	6,50	1,70	1,10	0,78
2	27,70	15,90	7,20	1,30	0,89	0,95
3	26,20	15,50	6,60	1,50	0,94	0,86
4	27,40	16,80	7,00	1,10	0,66	0,73
5	28,00	17,30	6,40	1,60	0,95	0,80
6	25,70	14,80	6,80	1,20	0,80	0,93
<i>M</i>	26,82	16,10	6,75	1,40	0,89	0,84
σ	1,00	0,90	0,31	0,24	0,15	0,09
<i>t</i>	0,45	0,40	0,14	0,11	0,07	0,04
Без розведення				$t = 57,93$	$t_{кр} = 4,59$	$P \leq 0,001$
При розведенні 1:10				$t = 37,69$	$t_{кр} = 4,59$	$P \leq 0,001$
-//- 1:100				$t = 41,25$	$t_{кр} = 4,59$	$P \leq 0,001$
-//- 1:1000				$t = 4,95$	$t_{кр} = 4,59$	$P \leq 0,001$
-//- 1:10000				$t = 0,63$	$t_{кр} = 3,17$	$P \leq 0,01$

Примітка*: (див. табл. 1).

E. rhusiopathiae у досліді був вищим у середньому у 26,83 раза, ніж на контролі. У кратних розведеннях виділень *L. minor* кількість КУО *E. rhusiopathiae* була вищою порівняно з контролем, зокрема: при 1:10 – у 15,63 раза, при 1:100 – у 6,27, при 1:1000 – у 1,48 раза.

Дослідження біологічної активності виділень *S. polyrrhiza* до *E. rhusiopathiae* свідчить про таку саму закономірність, як у дослідях з *L. minor* та *L. trisulca*. Поступове зменшення у дослідних зразках умісту речовин, виділених *S. Polyrrhiza*, помітно позначалось на вмісті клітин *E. rhusiopathiae* (табл. 3). Так, уміст КУО *E. rhusiopathiae* у досліді був вищим, ніж на контролі: у зразках із нерозведеними виділеннями *S. polyrrhiza* – у 31,86 раза, при розведенні виділень 1:10 – у 19,13 при 1:100 – у 8,02, при 1:1000 – у 1,66 раза.

Користуючись параметрами оцінки впливу екологічних чинників на популяції (культури) мікроорганізмів [9], одержані результати можна охарактеризувати так. Виділення досліджених видів рослин роду *Lemna* у діапазоні від 0 до 1:100 мали значний стимулюючий вплив на популяції *E. rhusiopathiae*. У зразках із розведеннями 1:1000 для видів *S. polyrrhiza* та *L. trisulca* спостерігався сильний стимулюючий вплив на популяції *E. rhusiopathiae*, а для *L. minor* – стимулюючий вплив помірного ступеня. Однак при розведенні виділень рослин 1:10000 для всіх трьох видів вплив на популяції *E. rhusiopathiae* характеризується як «не виражений».

Зменшення інтенсивності стимулюючого впливу на популяції *E. rhusiopathiae* з боку обстежених видів рослин, безперечно, зумовлено збільшенням рівня розведення

їх виділень, про що свідчать розрахунки кореляційного зв'язку між цими ознаками. Так, за розрахунками показник коефіцієнта кореляції (r) для *L. trisulca* становить 0,91, для *L. minor* — 0,89, а для *S. polyrrhiza* — 0,88, що свідчить про існування сильного прямого зв'язку між корелятивними ознаками.

Проведеними *in vitro* дослідженнями встановлено, що прижиттєві виділення рослин роду *Lemna* (*L. trisulca*, *L. minor*, *S. polyrrhiza*) у діапазоні розведень від 0 до >1:10000 мають стимулюючий вплив на популяції (культури) патогенних бактерій *E. rhusiopathiae*. В природних умовах у рослинних формаціях, до складу яких входять види роду *Lemna*, для патогенних бактерій *E. rhusiopathiae* можуть сформуватися сприятливі умови для існування, а отже й збільшення щільності популяцій. Оскільки обстежені види рослин виділяють у середовище існування (воду) біологічно-активні речовини, що змінюють умови існування *E. rhusiopathiae*, між ними формується топінний тип біоценотичних зв'язків.

Зважаючи на широке розповсюдження рослин роду *Lemna* у водоймах України, під час здійснення господарської діяльності необхідно враховувати виявлені особливості їх екологічних зв'язків із бактеріями *E. rhusiopathiae*. У перспективі доцільно продовжити дослідження із вивчення особливостей екологічних зв'язків водних та прибережних видів рослин із патогенними бактеріями.

ВИСНОВКИ

Вищі прісноводні рослини роду *Lemna* (*L. trisulca*, *L. minor*, *S. polyrrhiza*) є біологічно активними щодо патогенних бактерій *E. rhusiopathiae*.

У діапазоні розведень від 0 до > 1:10000 прижиттєві виділення обстежених видів рослин мають стимулюючий вплив на популяції *E. rhusiopathiae*.

Між рослинами *L. trisulca*, *L. minor* та *S. polyrrhiza* і патогенними бактеріями *E. rhusiopathiae* можливе формування топінного типу біоценотичних зв'язків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Садчиков А.П. Гидробиотаника: Прибрежно-водная растительность / А.П. Садчиков, М.А. Кудряшов. — М.: Академия, 2005. — 240 с.
2. Эпидемиологические аспекты экологии бактерий / [В.Ю. Литвин, А.Л. Гинцбург, В.И.Пушкарева и др.]. — М.: Фармарус Принт, 1998. — 255 с.
3. Борисович Ю.Ф. Инфекционные болезни животных: Справочник / Ю.Ф. Борисович, Л.В. Кириллов; под ред. Д.Ф. Осидзе. — М.: Агропромиздат, 1987. — 288 с.
4. Гулай О.В. Формування екологічних зв'язків *Erysipelothrix rhusiopathiae* з *Riccia fluitans* у гідробіоценозах // О.В. Гулай, О.М. Жукорський // Рибогосподарська наука України. — 2013. — № 4. — С. 7–24.
5. Changes in the Population Density of Pathogenic Microorganisms in Response to the Allelopathic Effect of *Thypha Latifolia* / О.М. Zhukorskiy, О.В. Gulay, V.V. Gulay, N.P. Tkachuk // Agricultural sciens and practice. — 2014. — Vol. 16, 1. — P. 31–36.
6. Pathogenic bacteria reaction on the influence of vital discharges of *Sagittaria sagittifolia* L. / О.М. Zhukorskiy, О.В. Gulay, V.V. Gulay, N.P. Tkachuk // The animal biology. — 2014. — Vol. 6, No. 1. — P. 70–75.
7. Определитель высших растений Украины / [Д.Н. Доброчаева, М.И. Котов, Ю.Н. Прокудин и др.]. — К.: Наукова думка, 1987. — 546 с.
8. Брандт З. Анализ данных. Статистические и вычислительные методы для научных работников и инженеров / З. Брандт. — М.: Мир, ООО «Издательство АСТ», 2003. — 686 с.
9. Пат. 94462 Україна, МПК G01N 33/48 (2006/01). Спосіб оцінювання впливу екологічних факторів на популяції (культури) мікроорганізмів / О.В. Гулай, О.М. Жукорський, В.І. Гулай та ін. — № u2014 06645; заявл. 13.06.2014; опубл. 10.11.2014, Бюл. № 21.

REFERENCES

1. Sadchikov A.P., Kudryashov M.A. (2005). *Gidrobotanika: Pribrezhno-vodnaya rastitel'nost* [Hydrobotany: coastal-aquatic vegetation]. Moscow, Akademiya Publ., 240 p. (in Russian).
2. Litvin V.Yu., Gintsburg A.L., Pushkareva V.I. (1998). *Epidemiologicheskie aspekty ekologii bakteriy* [Epidemiological aspects of the ecology of bacteria]. Moscow, Farmarus Print Publ., 255 p. (in Russian).
3. Borisovich Yu.F., Kirillov L.V., Ed. D.F. Osidze (1987). *Infektsionnye bolezni zhivotnykh: Spravochnik* [Infectious diseases of animals: Guidebook]. Moscow, Agropromizdat Publ., 288 p. (in Russian).

4. Hulai O.V., Zhukorskiy O.M. (2013). *Formuvannya ekolohichnykh zviazkiv Erysipelothrix rhusiopathiae z Riccia fluitans u hidrobiotsenozakh* [Formation of ecological connections of *Erysipelothrix rhusiopathiae* with *Riccia fluitans* in hidrobio coenosis]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, no. 4, pp. 17–24 (in Ukrainian).
5. Zhukorskiy O.M., Gulay O.V., Gulay V.V., Tkachuk N.P. (2014). Changes in the Population Density of Pathogenic Microorganisms in Response to the Allelopathic Effect of *Thypha Latifolia*. *Agricultural sciens and practice*, no. 1, pp. 31–36 (in English).
6. Zhukorskiy O.M., Gulay O.V., Gulay V.V., Tkachuk N.P. (2014). Pathogenic bacteria reaction on the influence of vital discharges of *Sagittaria sagitifolia* L. *The animal biology*, vol.16, no. 1, pp. 70–75 (in English).
7. Dobrochaeva D.N., Kotov M.L., Prokudin Yu.N. (1987). *Opredelitel vysshikh rasteniy Ukrainy* [The determinant of the higher plants of Ukraine]. Kyiv, Naukova dumka Publ., 546p. (in Ukrainian).
8. Brandt Z. (2003). *Analiz dannykh. Statisticheskie i vychislitelnye metody dlya nauchnykh rabotnikov i inzhenerov* [Statistical and Computational Methods for Scientists and Engineers]. Moscow: Mir, OOO «Izdatelstvo AST» Publ., 686 p. (in Russian).
9. Hulai O.V., Zhukorskiy O.M., Hulai V.I., Hulai V.V., Tkachuk N.P. inventors. *Sposib otsiniuvannya vplyvu ekolohichnykh faktoriv na populatsii (kultury) mikroorganizmiv* [The evaluating method of impact of environmental factors on population (culture) microorganisms]. Ukrainian patent, no. 94462, 2014 (in Ukrainian).

УДК 633.88

ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОТЕНЦІЙНО СИРОВИННИХ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН МЕЗОГЕНЕРОБНИХ ЕКОТОПІВ РІЧОК БАСЕЙНУ СУЛИ

Л.А. Глущенко, М.Ю. Старовойтова

Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування НААН

Встановлено, що 53 види лікарських рослин є потенційно сировинними у межах мезогенеробних екотопів Полтавської та Сумської областей. Ресурсний потенціал 87 видів лікарських рослин визначається як природними умовами, так і дією антропогенного чинника. Визначено основні чинники впливу на ресурси лікарських рослин мезогенеробних екотопів, найбільшим з яких є порушення гідрологічного режиму. Такі зміни призводять до втрати ресурсної значущості потенційно сировинних видів, темпи якої залежать від ступеня зміни умов зростання та стресово-адаптивних властивостей рослин. Дослідження їх екологічних особливостей є основою для розробки режимів невиснажливого використання та охорони.

Ключові слова: *басейн р. Сули, дикорослі лікарські рослини, мезомеробні екотопи, потенційно сировинні види.*

Аналіз еколого-ценотичного складу дикорослих лікарських рослин свідчить, що 744 види належать до лісових та прилісових угруповань, проте більшість із цих ресурсозначущих лікарських рослин характеризуються широкою еколого-ценотичною амплітудою. Вони часто формують як безпосередньо лісові угруповання, так і різного типу післялісові, у т.ч. і післялісові луки тощо.

Прибережно-водні, болотні та водні місцезростання налічують 411 видів лікар-

ських рослин флори України. Це, переважно, гігрозомезофіти, рідше — гідрофіти, які зростають в умовах постійного чи тимчасового підтоплення, зокрема такі цінні види, як *Acorus calamus* L., *Nymphaea alba* L., *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Althea officinalis* L. тощо. Серед лікарських рослин цієї групи найбільше видів, ресурси яких незворотньо зменшуються внаслідок порушення середовищ їхнього існування, насамперед гідрорежиму біотопів [9].

Популяціям дикорослих лікарських рослин, що зростають в умовах антропогенно порушених мезогенеробних екото-

пів, властиві зміни, які за синантропізації активно формуються та розвиваються. Вагому роль у цьому процесі також відіграє освоєння приуслівих земель, особливо, розорювання прибережної смуги до урізу води, що спричиняє зміни і деградацію початкової флори [1]. Тобто часто відбуваються демутаційні процеси, проходження яких заважає встановленню запасу сировини і прогнозуванню потенційної сировинної значущості певних видів дикорослих рослин на конкретній території [2].

В екотопах малих річок басейну р. Сули вивченню лікарських рослин, аналізу їх екологічних особливостей та складанню ресурсних прогнозів щодо використання лікарської сировини в умовах синантропізації та антропоїзації досі належної уваги у науковій літературі не приділялося. Роботи в цьому напрямі мають лише узагальнюючий характер [5–7].

Метою роботи було вивчення популяції дикорослих видів лікарських рослин мезогемеробних екотопів у межах Полтавської та Сумської областей.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Збір рослинних зразків і гербарного матеріалу здійснювали з дотриманням рекомендацій зі збору лікарської сировини [4]. Флористичний склад лікарських рослин на модельних ділянках було встановлено шляхом проведення польових досліджень впродовж 2012–2014 рр. рекогносцирувальними та детально-маршрутними методами [18]. Систематизацію рослин за місцезростанням та видову належність встановлювали за визначником [10]. Лікарські властивості рослин визначали за списками В.М. Мінарченко [9], класифікацію життєвих форм — за системою І.Г. Себрязкова [12], рясність рослин — за шкалою Друде [8]. З'ясовували поширення рослин у екосистемах різного ступеня антропогенної трансформації за класифікацією екосистем Г. Блюме та Г. Сукоппа, яка спирається на поняття гемеробності. Відповідно до останнього, дикорослі лікарські рослини території досліджуваного регіону відносяться до мезогемеробного

типу. Мезогемеробними екосистемами слід вважати антропогенно змінені вторинні рослинні угруповання, що формуються під прямим антропогенним впливом [11, 19] — заплавні луки із сінокошіням та випасанням, рекреаційні ділянки, переважно у прибережній зоні річок тощо.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Під час проведення експедиційних польових досліджень обстежено 132 мезогемеробні екотопи загальною площею близько 540 га. Зібрано та визначено 87 видів дикорослих лікарських рослин, які трапляються на території заплав малих річок басейну р. Сули двох адміністративних областей: Полтавської та Сумської. Видове різноманіття дикорослих лікарських рослин кожної досліджуваної ділянки варіює у межах 16–47 видів. Потенційну сировинну цінність у різних типах мезогемеробних екотопів лікарських видів визначали за поширенням, рясністю та регенераційною здатністю. Було проаналізовано рясність певної фітотипової групи, визначено можливість заготівлі сировини та зібрано вихідну інформацію для створення реєстру лікарських рослин досліджуваної території.

У процесі досліджень було встановлено, що на мезогемеробних екотопах Сумської обл. зростає 50 із 53 потенційно ресурсних дикорослих видів лікарських рослин. Зокрема, це — *Equisetum arvense* L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir, *Mentha aquatica* L., *Eryngium planum* L., *Arctium lappa* L., *Taraxacum officinale* (L.) Webb. ex. Wigg., *Urtica urens* L., *Ranunculus polyanthemus* L. та ін. На території Полтавської обл. — 51 вид: *Rumex acetosa* L., *Gnaphalium uliginosum* L., *Filipendula vulgaris* Moench, *Conium maculatum* L., *Salix alba* L., *Lycopus europaeus* L., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim, *Polygonum amphibium* L., *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Hydrocharis morsus-ranae* (L.). Загалом, з цінним ресурсним потенціалом у північно-східній частині досліджуваного регіону налічується 53 види вищих рослин.

Слід зауважити, що для досліджуваних потенційно сировинних лікарських рослин властивими є розсіяний, фрагментарний,

спорадичний та типовий типи трапляння. Зокрема, в мезогенеробних екотопах розрізнено зростають 25 видів, серед яких: *Althea officinalis* L., *Heracleum sibiricum* L., *Verbena officinalis* L., *Ptarmica vulgaris* DC, *Cucubalus bscifer* L., *Inula helenicum* L., *Tussilago fartata* L. та ін., фрагментарно – 7: *Conium maculatum* L., *Valeriana officinalis* L., *Salix acutifolia* Willd., *Alnus glutinosa* (L.) Gaerth., *Filipendula vulgaris* Moench, *Polygonum persicaria* L., *Orchis palustris* Jacq.; до спорадичного типу трапляння належать 16 видів: *Acorus calamus* L., *Salix alba* L., *Comarum palustre* L., *Filipendula ulmaria* L., *Geranium palustre* L., *Polygonum hydropiper* L., *Geum rivale* L., *Oenothera biennis* L., *Potentilla anserina* L., *Lathyrus pratensis* L. та інші, решта – типові.

Так, 48 видів дикорослих лікарських рослин, що зростають в обох областях, є індиферентними до типу екотопу, зокрема – *Geum rivale*, *Oenothera biennis*, *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray, *Prunella vulgaris* L., *Bidens tripartita* L., *Lythrum salicaria* L., *Lemna minor* L., *Potamogeton natans* L. та ін.

Оскільки заготівля лікарської сировини дикорослих видів має забезпечувати стабілізацію сировинної бази, насамперед, необхідним є виявлення та збереження місцезростань рідкісних, малопоширених та екологічно уразливих видів. Для цього проведено фіторесурсну категоризацію лікарських рослин мезогенеробних екотопів Полтавської та Сумської областей згідно із сучасними рекомендаціями [13]. Так, було визначено уразливі види чотирьох груп: уразливі (2) – 2 види (*Salix alba*, *Alnus glutinosa*); сильно уразливі (3) – 7 (*Valeriana officinalis*, *V. exaltata* J.C. Mikan, *Verbena officinalis*, *Orchis palustris*, *Caltha palustris* L., *Gladiolus imbricatus* L., *Lycopodiella inundata* (L.) Holub); малоуразливі (1) – 24 (*Althea officinalis*, *Pulicaria vulgaris*, *Heracleum sibiricum*, *Veronica longifolia*, *Ptarmica vulgaris*, *Solanum dulcamara* L., *Tussilago farfara* та ін.); решта (4) – 53 види є потенційно ресурсними лікарськими видами рослин, серед яких виділяємо 22 найпоширеніших у складі угруповань мезогенеробних

екотопів Полтавської та Сумської областей – *Conium maculatum*, *Lycopus europeus*, *Polygonum amphybiom*, *P. hydropiper*, *Nuphar lutea*, *Galium rivale*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Urtica dioica* L., *Mentha aquatica*, *Oenanthe aquatica*, *Iris pseudacorus* L., *Lythrum salicaria*, *Plantago major* L., *Lemna minor*, *Bidens tripartita* та ін.

Визначено пріоритетні види, що потребують першочергової уваги щодо збору і аналізу інформації у регіоні досліджень, серед яких: *Acorus calamus*, *Menyanthes trifoliata*, *Nymphaea alba*, *Orchis palustre* Jacq., *Dactylorhiza fuchsia* (Druce) Soo, *Gladiolus palustris* Gaudin і *G. tenuis* Bieb тощо. Стан популяції наведених видів є критичним унаслідок обмеженого відновлення та через складність відтворення екологічних умов їхніх біотопів.

У процесі оцінювання ресурсного потенціалу видів та прогнозування використання ресурсів доцільно також враховувати стабільність зростання популяції в угрупованнях. Зважаючи на це з'ясовано, що найбільш стабільні популяції формують вегетативно рухливі види, – які розмножуються як генеративно, так і вегетативно, – завдяки своїм підземним органам. За цією ознакою потенційно стабільними щодо збору сировини в умовах мезогенеробних угруповань є *Equisetum arvense*, *Mentha arvensis* L., *Ranunculus repens* L., *Urtica dioica* та ін.

Ресурсозначущими є і ті види, що за певних умов, поширюючися насінням, мають здатність різко збільшувати кількість локалітетів та чисельність в окремо взятому екотопі, наприклад: *Daucus carota* L., *Stachys palustris* L., *Chenopodium album* L., *Cicuta virosa* L. тощо.

В екологічному аспекті для ресурсного потенціалу дикорослих видів лікарських рослин мезогенеробних екотопів визначальними є ступінь зволоженості ґрунту та освітлення.

Аналіз даних, отриманих під час польових досліджень, свідчить, що особливості зволоження ґрунтів сприяють поширенню рослин – мезофітів та ксерофітів. До мезофітів належать 35 видів, зокрема: *Pulicaria*

vulgaris, *Conium maculatum* L., *Heracleum sibircum* L., *Valeriana rossica* P. Smirn, *Verbena officinalis*, *Filipendula vulgaris*, *Geum rivale*, *Trifolium pratense* L., *Taraxacum officinale*, *Inula helenium*, *Potentilla reptans*, *Plantago major*, *Rumex confertus* та ін., до ксерофітів 5 – *Potentilla argentea* L., *Onopordum acanthium* L., *Althea officinalis*, *Ranunculus polyanthemos*, *Eringium planum*. Дещо обмежено, однак з більшою частотою, трапляються види перезволожених ділянок – гігрофіти (15 видів – *Acorus calamus*, *Menyanthes trifoliata*, *Salix alba*, *Alnus glutinosa*, *Comarum palustre*, *Caltha palustris*, *Iris pseudacorus*, *Lythrum salicaria*, *Bidens frondosa* L., *Scutellaria galericulata* L.) та гідрофіти (8 видів – *Polygonum amphibium*, *Nuphar lutea*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Nymphaea alba* L., *Mentha aquatica*, *Oenanthe aquatica*, *Potamogeton natans*, *Lemna minor*) [14], а також види широкої екологічної амплітуди, які зростають і у прибережно-водній і прибережній зонах (27 видів – *Lycopus europeus* L., *Geranium palustre*, *Polygonum hydropiper*, *Ptarmica vulgaris*, *Cucubalus baccifer*, *Echinocystis lobata*, *Ranunculus repens*, *Urtica dioica*, *Mentha arvensis*, *Calistegia sepium* (L.) R.Br., *Humulus lupulus* L. та ін.).

Щодо впливу освітленості, досліджували переважно відкриті території, де домінують геліофіти (58 видів – *Potentilla argentea* L., *Tanacetum vulgare* L., *Iris pseudacorus*, *Galium mollugo* L., *Lythrum salicaria*, *Potamogeton natans*, *Eupatorium cannabinum* L., *Onopordum acanthium* L., *Bidens frondosa* L., *Stachys palustris* та ін.) та сціогеліофіти (29 видів – *Acorus calamus*, *Conium maculatum*, *Valeriana wolgensis* Kazak, *Galium rivale*, *Symphium officinale* L., *Urtica dioica*, *Inula helenium*, *Solanum dulcamara* та ін.).

За результатами польових досліджень встановлено, що серед лікарських рослин мезогенеробних екотопів найбільш вираженою є динаміка зменшення ресурсів видів у межах прибережно-водних, водних та болотних угруповань. Популяції таких лікарських рослин можуть реалізувати ресурсний потенціал лише у перезволожених екотопах, зміна гідрорежиму яких призводить до втрати ними ресурсної значущості.

Темпи останньої залежать від рівня зміни умов екотопів та їх стресово-адаптивних властивостей [3]. Пасквальне навантаження перезволожених ділянок також прискорює темпи змін та дигресії популяцій, що також впливає на ресурсні показники. Зменшення ресурсів таких видів, як *Acorus calamus*, *Comarum palustre*, *Caltha palustris*, *Iris pseudacorus* тощо в межах досліджуваної території, як і загальом в Україні, є незворотнім процесом. Заходами з їхнього збереження мають стати забезпечення необхідного гідрорежиму і охорона біотопів, обмеження використання ресурсів. Встановлено, що одним із шляхів оптимізації стану ресурсів і збереження біорізноманіття є розбудова екомережі на локальному рівні [15, 16]. Рослинний покрив зарезервованих територій відзначається репрезентативністю, зокрема, заплавної екосистем – прибережно-водних, болотних, лучних та чагарникових, що відзначаються високим флористичним і ценотичним різноманіттям. Уздовж всього локального екокоридору (в долинах річок Оржиця, Лохвиця, Олава, Ромен, Терн) рослинності властиві трансформованість і фрагментарність, що зумовлено антропогенним впливом, насамперед розорюванням заплавл, забудовою берегової зони. Разом з тим трапляються ділянки (мозаїчний тип поширення) з добре збереженою природною рослинністю, де зростають види, занесені до Червоної книги України [17], зокрема ті, площі яких на сьогодні значно зменшилися і перебувають у пригніченому стані, а саме: *Diphysastrum complanatum* (L.) Holub (II категорія рідкості), *Drosera intermedia* Hayne (I), *Salix myrtilloides* L. (III), *Dedicularis sceptorum-carolinum* L. (I), *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch, *Dactylorhiza incarnate* (L.) Soo (III), *D. majalis* (Rchb.) P.F. Hunt & Summerhayes (III), *Epipactis palustris* (L.) Crantz, *Scheuchzeria palustris* (L.), *Calla palustris* L. (I категорія рідкості). Серед першочергових заходів зі збереження цих видів, окрім розбудови локальної екомережі, є організація ботанічних заказників загальнодержавного значення та спеціалізованих рослинних резерватів, що сприятиме збере-

женню рідкісних видів лікарських рослин та відновленню пригнічених популяцій у природних умовах.

Ресурсний потенціал 87 видів лікарських рослин мезогеміробних екотопів визначається як природними умовами, так і дією антропогенних чинників, зокрема шляхом впливу на продуктивність та виводове багатство рослинного покриву заплавлених ділянок малих річок басейну р. Сули. Визначено основні чинники впливу на ресурси досліджених лікарських рослин, серед яких: порушення гідрологічного режиму, розорювання і перевипас, рекреаційне навантаження. Інтенсивність їх дії залежить від активності господарського використання території, наслідком чого є трансформація і деградація рослинного покриву — фрагментарність, строкатість, перегрупування та зміна фітоценогічної структури, утворення вторинних антропо-

генно порушених екотопів із характерною рослинністю, а подекуди і їх повне знищення, зокрема у разі забудови берегової зони.

ВИСНОВКИ

З'ясовано, що 53 види лікарських рослин є потенційно сировинними у межах мезогенеробних екотопів Полтавської та Сумської областей. Дослідження їх екологічних особливостей має стати основою для розроблення режимів невиснажливого використання та охорони.

Формування екомережі поліпшить середовище існування, забезпечить помірний вплив антропогенних чинників на природні екосистеми, у т.ч. і експлуатаційного навантаження на популяції лікарських видів, а також сприятиме відновленню порушених ділянок та збереженню раритетної фракції флори.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бурда Р.І. Тенденції змін різноманітності фітобіоти у сільськогосподарських ландшафтах рівнинної України / Р.І. Бурда // Наук. вісн. аграрн. ун-ту. — 2006. — Вип. 93. — С. 1–15.
2. Глущенко Л.А. До питання невиснажливого використання дикорослих лікарських видів / Л.А. Глущенко, Л.М. Сивоглаз // Агроекологічний журнал. — 2010. — С. 54–57. — (Спеціальний випуск).
3. Глущенко Л.А. Вплив деяких екологічних факторів на сировинну цінність ценопопуляцій *Ledum palustre* L. / Л.А. Глущенко // Чорноморський ботанічний журнал. — 2014. — № 1. — Т. 10. — С. 26–33.
4. Державна Фармакопея України — 1-е вид. — Доп. 4. — Х.: Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів. — 2011. — 540 с.
5. Ивашин Д.С. Запасы кубышки желтой на территории УССР / Д.С. Ивашин. — Растительные ресурсы. — 1965. — № 4 (1). — С. 560–564.
6. Ивашин Д.С. Лекарственные растения Украины их ресурсы / Д.С. Ивашин // Растительные ресурсы. — 1969. — № 5 (1). — С. 321–333.
7. Стан та динаміка ресурсів *Acorus calamus* L. (*Araceae*) в Україні / В.М. Мінарченко, І.А. Тимченко, І.М. Аніщенко, Н.В. Гуринович // Укр. ботан. журн. — 2002. — № 4 (59) — С. 412–419.
8. Мінарченко В.М. Ресурсознавство. Лікарські рослини / В.М. Мінарченко, П.І. Серета. — К.: Наук. думка, 1991. — 202 с.
9. Мінарченко В.М. Лікарські судинні рослини України (медичне та ресурсне значення) / В.М. Мінарченко. — К.: Фітосоціоцентр, 2005. — 324 с.
10. Определитель высших растений Украины / Д.Н. Доброчаева, М.И. Котов, Ю.Н. Прокудин и др. — 2-е изд. стереотип. — К.: Фитосоциоцентр, 1999. — 548 с.
11. Протопопова В.В. Синантропная флора Украины и пути ее развития / В.В. Протопопова. — К.: Наук. думка, 1991. — 202 с.
12. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений / И.Г. Серебряков. — М.: Высшая школа, 1962. — 378 с.
13. Сметанюк О.І. Фіторесурсна категоризація лікарських рослин Чернівецької області / О.І. Сметанюк // Оздоровчі ресурси Карпат і прилеглих регіонів: мат-ли II Наук.-практ. конф. з міжнародною участю (Чернівці, 6–7 жовтня 2005 р.). — Чернівці, 2005. — С. 126.
14. Старовойтова М.Ю. Экологическая структура гидрофильной флоры водоемов бассейна р. Сула / М.Ю. Старовойтова // Ярославский педагогический вестник. — 2013. — № 4. — Т. III. — С. 258–261. — (Серия: Естественные науки).
15. Старовойтова М.Ю. Збереження біорізноманіття водно-болотних угідь шляхом оптимізації локальної екомережі (басейн р. Сули) / М.Ю. Старовойтова // Круглий стіл, присвячений міжнародному дню водно-болотних угідь і черговій річниці Рамсарської конвенції «Екологія водно-болотних угідь і торфовищ». — К., 2014. — С. 238–243.

16. Старовойтова М.Ю. Лікарські рослини басейну р. Сули: перспектива використання, еколого-ценотична характеристика, охорона / М.Ю. Старовойтова // Перспективні напрямки наукових досліджень лікарських та ефіроолійних культур: матеріали II Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених (Березоточа, 4–5 червня 2015 р.) — Лубни, 2015. — С. 50–54.
17. Червона книга України: Рослинний світ / [під заг. ред. чл.-кор. Я.П. Дідуха]. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 912 с.
18. Якубенко Б.Є. Польовий практикум з ботаніки / Б.Є. Якубенко, І.М. Григора. — [2-е вид. перероб. та доп.]. — К.: Арістей, 2008. — 260 с.
19. Blume H.-P. Ökologische Bedeutung anthropogener Bodenveränderungen / H.-P. Blume, H. Sukopp // Schriftenreihe für Vegetationskunde. — 1976. — Vol. 10. — S. 75–89.

REFERENCES

1. Burda R.I. (2006). *Tendentsii zmin riznomanitnosti fitobioty u silskohospodarskykh landshaftakh rivnynoi Ukrainy* [Trends change of phytobiota diversity in agricultural landscapes of Ukrainian plains] *Nauk. visn. ahrarn. un-tu*. [Scientific Bulletin of Agrarian University]. Kiev, Vol. 93, pp. 1–15 (in Ukrainian).
2. Hlushchenko L.A., Syvohlaz L.M. (2010). *Do pytannia nevysnazyhlyzoho vykorystannia dykoroslykhykh likarskykhy vydiv* [Concerning the issue of sustainable use of wild medicinal species]. *Ahroekologichnyi zhurnal* [Agroecological journal]. Add. Iss. [Sept.], pp. 54–57 (in Ukrainian).
3. Hlushchenko L.A. (2014). *Vplyv deiakyykh ekolohichnykh faktoriv na syrovynnu tsinnist tsenopopulatsii Ledum palustre L.* [Influence of some environmental factors on the value of raw populations of *Ledum palustre*] *Chornomorskyi botanichnyi zhurnal* [Botanical Journal of Black Sea]. Vol. 10, No.1, pp. 26–33 (in Ukrainian).
4. *Derzhavna Farmakopeia Ukrainy, Derzhavne pidpriemstvo «Ukrainskyi naukovyi farmakopeinyi tsentr yakosti likarskykh zasobiv»* [State Pharmacopoeia of Ukraine / State Enterprise «Ukrainian Scientific Center pharmacopoeia of quality of medicinal products»]. Kharkiv, 2011, Iss. 1, Add. 4, 540 p. (in Ukrainian).
5. Ivashin D.S. (1965). *Zapasy kubyshki zheltoy na territorii USSR* [Issues of Nuphar luteum on the territory of the USSR]. *Rastit. Resursy* [Grow resources], Vol.1, No. 4, pp. 560–564 (in Russian).
6. Ivashin D.S. (1969). *Lekarstvennye rasteniya Ukrainy ikh resursy* [Medicinal plants of Ukraine and their resources]. *Rastit. Resursy* [Grow resources]. Iss.1, No. 5, pp. 321–333 (in Russian).
7. Minarchenko V.M., Tymchenko I.A., Anishchenko I.M., Hurynovych N.V. (2002). *Stan ta dynamika resursiv Acorus calamus L. (Araceae) v Ukraini* [State and dynamics of resource of *Acorus calamus L.* (Araceae) in Ukraine]. *Ukr. botan. Zhurn* [Ukrainian Botanical Journal]. Vol. 59, No. 4, pp. 412–419 (in Ukrainian).
8. Minarchenko V.M., Sereda P.I. (1991). *Resursoznavstvo. Likarski roslyny* [Resurse science. Medicinal plants]. Kiev: Nauk. Dumka Publ., 202 p. (in Ukrainian).
9. Minarchenko V.M. (2005). *Likarski sudynni roslyny Ukrainy (medychne ta resursne znachennia)* [Medicinal vascular plants in Ukraine (health and resource value)]. Kiev: Fitosotsiotsentr Publ., 324 p. (in Ukrainian).
10. Dobrochaeva D.N., Kotov M.I., Prokudin Yu.N. et al. (1999). *Opredelitel vysshikh rasteniy Ukrainy* [The determinant of the higher plants of Ukraine]. Kiev: Fitosotsiotsentr Publ., Add. Iss. 2, 548 p. (in Russian).
11. Protopopova V.V. (1991). *Sinantropnaya flora Ukrainy i puti ee razvitiya* [Synanthropic flora of Ukraine and ways of its development]. Kiev: Nauk. Dumka Publ., 202 p. (in Russian).
12. Serebryakov I.H. (1962). *Ekologicheskaya morfologiya rasteniy* [Ecological plant morphology]. Moscow: Vysshaya shkola Publ., 378 p. (in Russian).
13. Smetaniuk O.I. (2005). *Fitoresursna katehoryzatsiia likarskykh roslyn Chernivetskoj oblasti* [Phyto-resource categorization of medicinal plants in Chernivtsi region]. Proceedings of the II international scientific and practical conference: Wellness resources of Carpathians and surrounding areas (6–7 Oct 2005). Chernivtsi, p. 126. (in Ukrainian).
14. Starovoytova M.Yu. (2013). *Ekologicheskaya struktura gidrofilnoy flory vodoyomov basseyna r. Sula* [Ecological structure of the hydrophilic flora in basin of river Sula]. *Yaroslavskiy pedagogicheskii vestnik* [Yaroslavl Pedagogical Bulletin], Vol. 3, No. 4, pp. 258–261 (in Russian).
15. Starovoytova M. Ju. (2014). *Zberezhennia bioriznomanitnosti vodno-bolotnykh uhid shliakhom optymizatsii lokalnoi ekomerezhi (basin r. Suly)* [Biodiversity conservation of wetlands by optimizing o local ecological network (basin of river Sula)]. Proceedings of the International Day of wetlands and the anniversary of the Ramsar Convention «Ecology of wetlands and peatlands», Kyiv, pp. 238–243 (in Ukrainian).
16. Starovoytova M. Ju. (2015). *Likarski roslyny basenu r. Suly: perspektyva vykorystannia, ekoloho-tsenotychna kharakterystyka, okhorona* [Herbs of the basin of river Sula: prospects, eco-coenotical characterization, protection]. Proceedings of the II scientific and practical conference «Perspective directions of scientific research of medical and essential oil plants» (4–5 June 2015), Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS. Lubny: Komunalne vydavnytstvo «Lubny» Publ., pp. 50–54 (in Ukrainian).
17. Didukh Ya.P. eds. (2009). *Chervona knyha Ukrainy. Roslynniyi svit* [Red Book of Ukraine. Flora]. Kiev: Hlobalkonсалтыnh Publ., 912 p. (in Ukrainian).
18. Yakubenko B. Je., Hryhora I.M. (2008). *Polovyi praktykum z botaniky* [Field practical on botany]. Kiev: Aristei Publ., 260 p. (in Ukrainian).
19. Blume H.P. & Sukopp H. (1976). *Ökologische Bedeutung anthropogener Bodenveränderungen*. Schriftenreihe für Vegetationskunde, Vol. 10, pp. 75–89 (in German).

ЕКОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ПЕСТИЦИДІВ ТА АГРОХІМІКАТІВ ЗА ВПЛИВОМ НА МЕЗОФАУНУ

Я.В. Чабанюк, А.А. Бунас, І.С. Бровко, С.О. Мазур

Інститут агроекології і природокористування НААН

*Оцінено вплив комерційних препаратів пестицидів на репродуктивну функцію представників ґрунтової мезофауни *Eisenia fetida* за допомогою молекулярно-генетичних методів COMET та TUNEL. За використання методу COMET гербіциди Примекстра Голд та Гезагард порушували структуру ДНК на 79 та 65% від загальної кількості досліджуваних клітин, у зразках із застосуванням препарату Харнес частка клітин із пошкодженою ДНК становила 45%, а препарату Раундап — 15%. За допомогою методу TUNEL встановлено, що досліджувані препарати — Примекстра Голд, Гезагард, Харнес та Раундап зумовлювали фрагментацію ДНК клітин дощових черв'яків у обсязі 81, 67, 42 та 13% від загальної кількості відповідно.*

Ключові слова: ґрунтова мезофауна, *Eisenia fetida*, метод COMET, метод TUNEL, фрагментація ДНК.

З огляду на інтенсифікацію сільськогосподарського виробництва, актуальними є питання забруднення і накопичення пестицидів та агрохімікатів у ґрунтах [1]. Оцінювання їх безпечності за допомогою біологічних методів в останні десятиліття набуває дедалі більшого значення. Використання хіміко-аналітичних методів не дає повної інформації про можливу дію комплексу забруднювачів на живі організми, тому на практиці широко застосовують біотестування, що передбачає цілеспрямоване використання стандартних організмів-біоіндикаторів для визначення токсичного впливу на них, з наступним оцінюванням їх стану відповідно до обраних критеріїв. Біоіндикаторами є організми, присутність, кількість або інтенсивність розвитку яких служить показником різних природних процесів або умов середовища існування. Наприклад, наявність або відсутність деяких речовин (у т.ч. практично важливих для певних процесів), описує ефекти, спричинені різними екологічними стресами на різних рівнях біологічної організації — від клітини до біоценозу. Для виявлення змін у досліджуваних організмах на клітинному та субклітинному рівнях використовують

біомаркери. Біологічним маркером є досліджуваний параметр, вимір якого відрізняється високою точністю, надійністю і відтворюваністю [2].

Нині актуальним є вибір сучасного та універсального комплексу біотестів і біомаркерів для виявлення впливу різних токсичних речовин на навколишнє природне середовище та визначення ступеня його забруднення, зокрема на рівні клітини та її геному.

Для оцінювання хімічного забруднення довкілля як біоіндикатори використовуються дощові черв'яків *Eisenia fetida* [3] — представники мезофауни ґрунтів, що відіграють важливу роль в агроекосистемах і є одними з основних індикаторів якості ґрунту. Вони мають значний вплив на складні процеси розкладу та деградації рослинних та тваринних решток, мінералізацію органічних матеріалів, повітряний та водний режими ґрунтів і сприяють підтриманню їх сталої структури. Ці безхребетні можуть акумулювати у собі пестициди в кількостях, що у сотні разів перевищують їх власний кількісний уміст у ґрунті. Раніше (у більшості досліджень) використовували параметр смертності черв'яків як індикатор забруднення, а не зниження їх репродуктивного потенціалу [4]. Зрозуміло, що вищі концентрації агрохімікатів у ґрунті

неважко оцінити тестом на смертність, але ґрунти з низькими (сублетальними) концентраціями забруднювальних речовин та їх пролонговану дію необхідно оцінювати за допомогою більш чутливих методів досліджень, таких як тести, спрямовані на виявлення пошкоджень генетичного апарату [5]. Так, основним біомаркером на молекулярному рівні для оцінювання впливу пестицидів є пошкодження структури ДНК. Методи екотоксикологічних досліджень, що характеризують біологічну протидію організму-індикатора на вплив пестицидів, як правило, схожі. У лабораторних умовах об'єкти піддають впливу токсикантів з різними рівнями концентрацій забруднювальних речовин за допомогою використання штучно забруднених субстратів або польових проб ґрунту. Ці дослідження, в основному, базуються на аналізі реакції на стрес упродовж короткого періоду одного з найбільше подібних за тривалістю життя об'єктів. Тому для оцінювання впливу пестицидів та агрохімікатів на ґрунтову фауну ми пропонуємо використовувати поряд із традиційними більш інформативні молекулярно-генетичні дослідження, спрямовані на виявлення пошкоджень генетичного апарату організмів тест-об'єктів. Найбільше показовими, точними та швидкими у цьому аспекті є такі методи: COMET [6], що передбачає як один з етапів електрофорез однієї клітини, та TUNEL (Terminal uridine deoxynucleotidyl transferase dUTP nick end labeling) — тест на фрагментацію ДНК статевих клітин, які найчастіше використовуються у світовій практиці для виявлення генотоксичності хімічних речовин у навколишньому природному середовищі [7].

Метод COMET є швидким і доволі чутливим методом реєстрації пошкоджень та дослідження репарації ДНК на рівні поодиноких клітин, виявляє як одно-, так і дволанцюгові розриви ДНК. Нині метод широко використовується в дослідженнях генотоксичності хімічних речовин, фармацевтичних препаратів, репарації ДНК, апоптозу, в клінічних дослідженнях з пренатальної діагностики, визначення схиль-

ності до онкологічних захворювань та їх терапії. У світовій практиці метод поступово стає невід'ємною частиною програм з біомоніторингу, оцінювання впливу чинників навколишнього природного середовища. Використання такого аналізу дає змогу вивчати пошкодження ДНК фактично в будь-яких еукаріотичних клітинах. Так, для проведення дослідження необхідно всього кілька тисяч клітин досліджуваного зразка. Метод характеризується високою чутливістю і може бути застосований для оцінювання інтегральної цілісності геному [8].

Для аналізу за методом COMET використовують ціломоциту дощових черв'яків *E. fetida*, які попередньо піддаються дії токсичних сполук як в умовах *in vivo*, так і *in vitro*. Для проведення дослідження клітини іммобілізують в агарозний гель, нанесений на предметне скло для мікроскопії, обробляють буферним розчином з високим умістом солі, що призводить до лізису клітин. Далі зразки піддають електрофоретичному розділенню з подальшою візуалізацією флуорисцентним барвником. Після процедури проводяться мікроскопія зразка. За наявності розривів ДНК порушується структурна організація хроматину і втрачається спіралізація, що призводить до релаксації молекули та формування не зв'язаних з клітиною фрагментів. У електричному полі релаксовані петлі і фрагменти ДНК витягуються в напрямку до анода, що надає спостережуваним об'єктам вигляду «комет». Кількість ДНК, яка мігрувала у напрямку до анода, може використовуватися як показник, що характеризує рівень пошкоджень ДНК у клітинах. «Комети» аналізують або шляхом візуального спостереження та диференціації за ступенем пошкодження ДНК, або з використанням комп'ютерних програм (CometScore, Casp-Lab), за допомогою яких можна обрахувати кількісні показники пошкоджень. COMET-аналіз характеризується зручністю у використанні та, здебільшого, застосовується для виявлення низьких рівнів пошкоджень структури ДНК в окремих клітинах. Також для біодіагностики впливу хімічних речовин на тест-об'єкти можна використовувати

вати модифікований метод СОМЕТ, що передбачає проведення після лізису клітин контрольованої денатурації ДНК [9], а потім електрофорез у лужному середовищі. Це дає змогу окремим ланцюгам незалежно мігрувати в електричному полі, виявляючи одноланцюгові розриви структури молекули ДНК [10]. Використання лужного варіанта СОМЕТ-аналізу надає змогу оцінювати, переважно, вихід одноланцюгових розривів, оскільки за використання цього методу дволанцюгові розриви становлять менше 5% пошкоджень структури ДНК. Методом СОМЕТ, що проводять в нейтральних умовах середовища, детектують здебільшого дволанцюгові пошкодження структури ДНК (рис. 1-А, Б).

Останніми роками з'являється дедалі більше даних про те, що на репродуктивну функцію будь-якого еукаріотного організму, наразі — представників ґрунтової мезофауни, окрім хромосомних та генних мутацій, негативно також впливає зміна структури самої ДНК статевих клітин. Широку популярність набуває гіпотеза, що порушення репродуктивної функції іноді зумовлено патологічним станом загальної ДНК статевих клітин (одно- та дволанцюгові розриви у молекулі, неправильна упаковка хроматину тощо) [11, 12]. Оскільки ДНК у нормальному стані повинна мати певну конформацію, хімічну та фізичну структуру, то будь-яке незначне пошкодження самої молекули чи її упаковки може призвести до порушень процесу за-

пліднення. Чинниками таких структурних змін у молекулі ДНК можуть бути як нерепаровані пошкодження, що виникають під час процесу дозрівання статевих клітин, так і окисні процеси та апоптоз (запрограмована смерть клітини) [13]. Статеві клітини є надзвичайно чутливими до апоптичних сигналів, до яких і відносяться чинники навколишнього природного середовища, а саме — неконтрольоване використання в агровиробництві пестицидів та агрохімікатів. Тому для дослідження впливу цих речовин на стан тотальної ДНК (дисперсії хроматину та фрагментації) використовують також метод TUNEL [14]. Метод базується на виявленні фрагментацій ДНК апоптозних клітин за допомогою ферменту дезоксинуклеотидилтрансферази і заповнення ним місць розриву міченими нуклеотидами, які потім легко візуалізуються за допомогою стандартного імуногістохімічного аналізу. Потім такі зразки досліджують за допомогою флуоресцентного мікроскопа — інтенсивність люмінесценції клітин є пропорційною кількості вбудованих флуоресцентних міток, і, відповідно, кількості розривів у структурі ДНК. Як флуорохроми зазвичай використовуються флуоресцеїн або антифлуоресцентні антитіла. У процесі аналізу розраховується відсоток TUNEL-позитивних клітин [15].

Нами оцінено вплив пестицидів на ґрунтову мезофауну, а саме, на фрагментацію ДНК дощових черв'як *E. fetida*, за допомогою методу TUNEL. Об'єктом дослі-

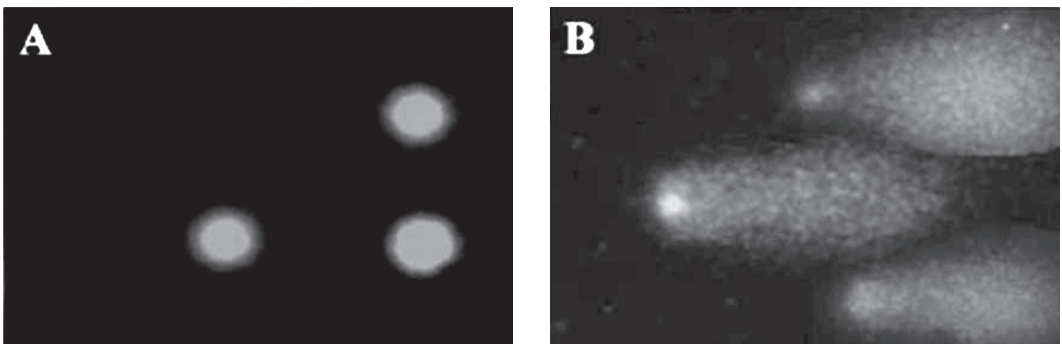


Рис. 1. Електрофорез на поодиноких клітинах: А — контроль; В — клітини-«комети»

джен стали агрохімікати: 1) селективний досходовий гербіцид для контролювання однорічних одно- і дводольних бур'янів у посівах сої, кукурудзи, соняшнику — Харнес (Монсанто, Бельгія), діюча речовина ацетохлор, механізм дії полягає в гальмуванні клітинного поділу, що зумовлює припинення транспорту амінокислот і ауксинів у колеоптилі, зниження осмотичного тиску і, зрештою, загибель зародка. Для препарату характерною є помірна летючість, що зростає з підвищенням температури (вище 25°C); помірна розчинність у воді і висока стабільність до ультрафіолетового випромінювання; 2) системний гербіцид суцільної дії — Раундап (Монсанто, Бельгія), діюча речовина гліфосат. Гербіцид проникає через листя та інші зелені частини рослин, перерозподіляється в органах всієї рослини, у т.ч. кореневій системі, блокує синтез незамінних ароматичних амінокислот у всіх органах рослини, що спричиняє загибель всього організму; 3) селективний гербіцид широкого спектра дії для захисту посівів кукурудзи та сорго від однорічних злакових і деяких дводольних бур'янів — Примекстра Голд (Сингента, Швейцарія), діючі речовини S-металохлор та атразин. Атразин блокує реакцію Хілла в хлоропластах та процес фотосинтезу, S-металохлор припиняє процес ділення клітин, що зумовлює блокування початкових стадій мітозу, внаслідок чого чутливі до речовини бур'яни призупиняють ріст на ранніх стадіях розвитку. Бур'яни гинуть в момент проростання. За застосування під час вегетації препарат поглинається сходами та частково кореневою системою, переміщується у органах рослини, спричиняючи загибель бур'янів; 4) гербіцид вибіркової дії — Гезагард (Сингента, Швейцарія), діюча речовина прометрин, вплив препарату на бур'яни, які вже зійшли, відбувається через листя, що проявляється блокуванням фотосинтезу в рослинах. Усі досліджені речовини застосовувались згідно з інструкціями фірм-виробників.

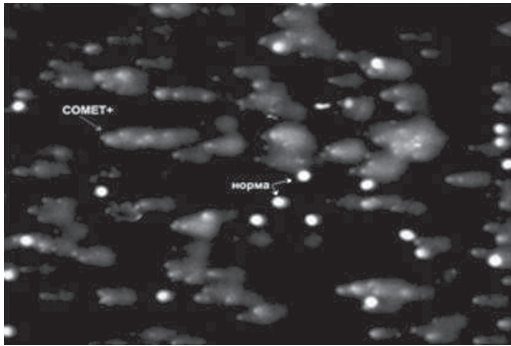
Вегетаційні досліді проводили в умовах та на субстраті згідно з ДСТУ ISO 11268-2:2003 [16]. На дно кожної вегетаційної ка-

мери (оліготераріуму) поміщали субстрат (700 г) та досліджувані речовини у робочих концентраціях, а також вносили по 10 шт. особин *E. fetida*. Для створення оптимальних гідротермічних умов існування тварин у лабораторії підтримували температуру в межах 20–22°C та імітували випадання різноманітної кількості опадів. Для поливу використовували дистильовану воду. Щоб уникнути можливої накопичення надлишкової вологи, у вегетаційних камерах було зроблено отвори. У досліді використовували лабораторну популяцію *E. fetida*, отриману внаслідок регенерації з наступним розмноженням однієї вихідної особини, що дає змогу отримати генетично однорідну популяцію. Матеріал для цитогенетичних досліджень сім'яників земляних черв'яків *E. fetida* відбирали згідно із стандартними методиками препарування [17]. Дослід проводили у трикратній повторності, час дії становив 30 днів. Аналіз СОМЕТ проводили за допомогою комерційного набору реактивів OxiSelect™ Comet Assay Slides (3-Well) (Cell Biolabs, Inc., США), TUNEL-тест — набір APO-BrdU™ TUNEL Assay Kit (BioVision, Inc., США). Мікроскопію зразків проводили за допомогою люмінесцентного мікроскопа Olympus BX-51.

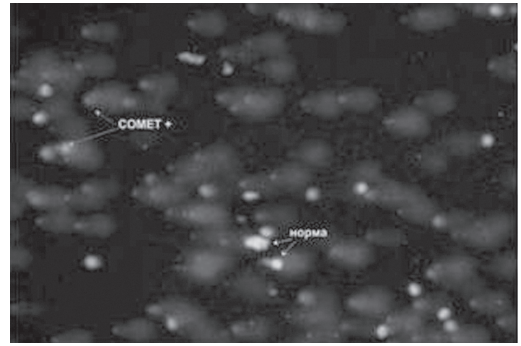
Отже, у процесі досліджень впливу гербіцидів на репродуктивну функцію дощових черв'яків методом СОМЕТ встановлено, що найбільш негативну дію на ДНК чинили речовини S-металохлор, атразин (препарат Примекстра Голд) та прометрин (препарат Гезагард), робочі дози яких пошкоджували 79 та 65% досліджуваних клітин відповідно (рис. 2-А, Б)

Оцінювання впливу тих самих речовин за допомогою методу TUNEL засвідчило, що за використання препарату Примекстра Голд пошкоджується 81% ДНК досліджуваних клітин, а за обробки ґрунту препаратом Гезагард — 67%.

Відповідно до аналізу методом СОМЕТ, у зразках із застосуванням препарату Харнес (рис. 3-А) частка клітин із пошкодженою ДНК становила 45%, натомість препарат Раундап (рис. 3-Б) майже не діяв на

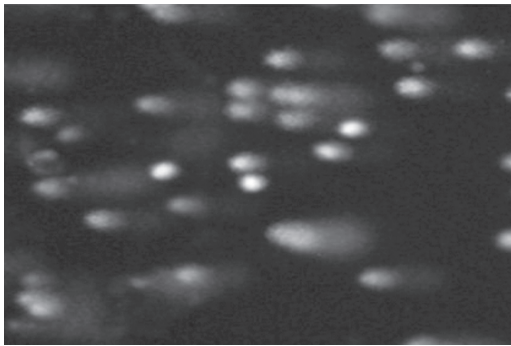


А

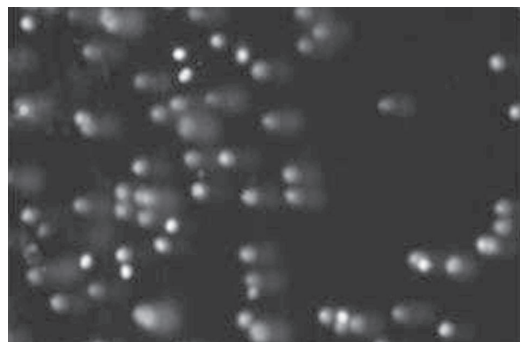


Б

Рис. 2. Вплив комерційних препаратів пестицидів Примекстра Голд (А) та Гезагард (Б) на пошкодження ДНК *E. Fetida* (за методом COMET)



А



Б

Рис. 3. Вплив комерційних препаратів пестицидів Харнес (А) та Раундап (Б) на пошкодження ДНК дощових черв'яків *E. Fetida* (за методом COMET)

ДНК — у клітинах *E. Fetida* виявлено не більше ніж 15% пошкоджених клітин.

За допомогою методу TUNEL дані попереднього аналізу для препаратів Харнес та Раундап підтвердились, оскільки було виявлено 42 та 13% клітин з пошкодженою ДНК відповідно.

ВИСНОВКИ

Широке використання хімічних засобів захисту рослин, здатність їх до тривалого збереження у навколишньому природному середовищі та виражена біологічна активність дає всі підстави віднести ці речовини до найнебезпечніших забруднювачів ґрунту. Більшість класичних методів надає можливість виявити деградацію ґрунтів лише

за їх фактичним проявом. Альтернативою цьому є оцінювання стану агроecosystem за біодіагностичними показниками на сучасному молекулярно-генетичному рівні.

Методи COMET та TUNEL є доволі нескладними у використанні та найбільш інформативними для визначення генотоксичного впливу хімічних речовин на статеві клітини організму-біоіндикатора *E. fetida*. До основних переваг цих методів слід віднести: можливість детекції пошкоджень структури ДНК на рівні поодиноких клітин фактично за будь-якої природи впливу; швидкість проведення експериментів та високий рівень чутливості, що необхідно для реєстрації пошкоджень структури ДНК на рівні окремої клітини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bustos-Obregón E. Adverse effects of exposure to agropesticides on male reproduction / E. Bustos-Obregón // APMIS. — 1998. — Vol. 109. — P. 233–242.
2. Cikutovic M. Pathologies in earthworm: sublethal biomarkers of xenobiotic toxicity: Dissertation, University of North Texas / M. Cikutovic. — Denton, 1991. — P. 235.
3. Bustos-Obregón E. Pesticide soil contamination mainly affects earthworm male reproductive parameters / E. Bustos-Obregón, R. I. Goicochea // Asian Journal of Andrology. — 2002. — Vol. 4. — No. 3. — P. 195–199.
4. ISO 11268-1:2012 «Soil quality — Effects of pollutants on earthworms — Part 1: Determination of acute toxicity to *Eisenia fetida* / *Eisenia andrei*», International Organization for Standardization. — Geneva, Switzerland, 2012.
5. ISO 11268-2:1998 «Soil quality — Effects of pollutants on earthworms (*Eisenia fetida*) — Part 2: Determination of effects on reproduction», International Organization for Standardization. — Geneva, Switzerland, 1998.
6. Cotelle S. Comet assay in ecotoxicology: a review / S.Cotelle, J. Ferard // Environ Mol Mutagen. — 1999. — No. 34. — P. 246–255.
7. Toluidine blue cytometry test for sperm DNA conformation comparison with the flow cytometric sperm chromatin structure and TUNEL assays / J. Erenpreiss, K. Jepson, A. Giwercman et al. // Hum Reprod. — 2004. — No. 19. — P. 2277–2282.
8. Gestel V.C. The influence of soil characteristics on the toxicity of four chemicals to the earthworm *Eisenia fetida* / V.C.Gestel, V.W. Dis // Biol Fert Soils. — 1988. — No. 6. — P. 245–249.
9. Development of a standardized reproduction toxicity test with the earthworm species *Eisenia fetida* / V.C. Gestel, V.W. Dis, V.E. Breemen, P. Sparenburg // Ecotoxicol Environ Saf. — 1989. — No. 18. — P. 305–312.
10. Zhan Y. Effects of silver nanoparticles on bacteria and earthworms / Y. Zhan // A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science. — Christchurch New, Zealand: Lincoln University. — 2012. — P. 129.
11. Espinoza-Navarro O. Sublethal doses of malathion alter male reproductive parameters of *Eisenia foetida* / O. Espinoza-Navarro, E. Bustos-Obregón // Int. J. Morphol. — 2004. — No. 22, Vol. 4. — P. 297–302.
12. Bustos-Obregón E. Pesticide soil contamination mainly affects earthworm male reproductive parameters Biology of Reproduction Unit. / E. Bustos-Obregón, I.R. Goicochea / Program of Morphology. — 2002. — P. 195–199.
13. Early redistribution of plasma membrane phosphatidylserine is a general feature of apoptosis regardless of the initiating stimulus: inhibition by overexpression of Bcl-2 and Abl. / S.J. Martin, C.E.M. Reutelingsperger, A.J. McGahon et al. // J. Exp Med. — 1995. — No. 182. — P. 1545–1556.
14. Sorour J. Toxic effects of benomyl on the ultrastructure during spermatogenesis of the earthworm *Eisenia fetida* / J. Sorou, O. Larink // Ecotoxicology and Environmental Safety. — 2001. — Vol. 50, No. 3. — P. 180–188.
15. Bortner C.D. The role of DNA fragmentation in apoptosis / C.D. Bortner // Trends Cell Biol. — 1995. — Vol. 5. — P. 21–26.
16. Якість ґрунту. Вплив забруднювальних речовин на земляних черв'яків (*Eisenia fetida*). — Ч. 2: Визначення результатів впливу на розмноження: (ISO 11268-2:1998, IDT): ДСТУ ISO 11268-2:2003. — К.: Держспоживстандарт України, 2003. — 20 с. — (Національний стандарт України).
17. Большой практикум по зоологии позвоночных. Типы: Кольчатые черви, Членистоногие. — Ч. 2 / А.В. Иванов, А.С. Мончадский, Ю.И. Полянский, А.А. Стрелков. — М.: Высш. школа, 1985. — 547 с.

REFERENS

1. Bustos-Obregón E. (1998). Adverse effects of exposure to agropesticides on male reproduction APMIS. Vol. 109, pp. 233–242 (in English).
2. Cikutovic M. (1991). Pathologies in earthworm: sublethal biomarkers of xenobiotic toxicity Dissertation, University of North Texas, p. 235 (in English).
3. Bustos-Obregón E., Goicochea R.I. (2002). Pesticide soil contamination mainly affects earthworm male reproductive parameters. Asian Journal of Andrology, Vol. 4, No. 3, pp. 195–199.
4. ISO 11268-1:2012 «Soil quality — Effects of pollutants on earthworms. Part 1: Determination of acute toxicity to *Eisenia fetida*/*Eisenia andrei*», International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2012.
5. ISO 11268-2:1998 «Soil quality — Effects of pollutants on earthworms (*Eisenia fetida*) — Part 2: Determination of effects on reproduction». International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1998.
6. Cotelle S., Ferard J. (1999). Comet assay in ecotoxicology: a review. Environ Mol Mutagen, No. 34, pp. 246–255 (in English).
7. Erenpreiss J., Jepson K., Giwercman A. et al. (2004). Toluidine blue cytometry test for sperm DNA conformation comparison with the flow cytometric sperm chromatin structure and TUNEL assays. Hum Reprod, No. 19, pp. 2277–2282 (in English).
8. Gestel V.C., Dis V.W. (1988). The influence of soil characteristics on the toxicity of four chemicals to the earthworm *Eisenia fetida*. Biol Fert Soils, No. 6, pp. 245–249 (in English).
9. Gestel V.C., Dis V.W., Breemen V.E., Sparenburg P. (1989). Development of a standardized reproduction toxicity test with the earthworm species *Eisenia fetida*/*andrei* using cooper, pentachlorophenol and 2,4-dichloroaniline. Ecotoxicol Environ Saf., No. 18, pp. 305–312 (in English).

10. Zhan Y. (2012). Effects of silver nanoparticles on bacteria and earthworms. A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science. Lincoln University, Christchurch, New Zealand, p. 129 (*in English*).
11. Espinoza-Navarro O., Bustos-Obregyn E. (2004). Sublethal doses of malathion alter male reproductive parameters of *Eisenia foetida*. Int. J. Morphol., No. 22, Vol. 4, pp. 297–302 (*in English*).
12. Bustos-Obregyn E., Goicochea I.R. (2002). Pesticide soil contamination mainly affects earthworm male reproductive parameters. Biology of Reproduction Unit., Program of Morphology, pp. 195–199 (*in English*).
13. Martin S.J., Reutelingsperger C.E.M., McGahon A.J. et al. (1995). Early redistribution of plasma membrane phosphatidylserine is a general feature of apoptosis regardless of the initiating stimulus: inhibition by overexpression of Bcl-2 and Abl. J. Exp Med., No. 182, pp. 1545–1556 (*in English*).
14. Sorour J., Larink O. (2001). Toxic effects of benomyl on the ultrastructure during spermatogenesis of the earthworm *Eisenia fetida*. Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol. 50, No. 3, pp. 180–188 (*in English*).
15. Bortner C.D. (1995). The role of DNA fragmentation in apoptosis. Trends Cell Biol., Vol. 5, pp. 21–26 (*in English*).
16. DSTU ISO 11268-2:2003. *Yakist hruntu. Vplyv zabrudniuvalnykh rechozyn na zemlianykh cherviakiv (Eisenia fetida). Chastyina 2. Vyznachennia rezultativ vplyvu na rozmnozhennia* [State Standard ISO 11268-2:2003. The quality of the soil. The impact of pollutants on earthworms (*Eisenia fetida*). Part 2. Determination of the effects on reproduction. Kiev, Derzhspozhivstandard of Ukraine, 2003, 20 p. (*in Ukrainian*).
17. Ivanov A.V., Monchadskiy A.S., Polyanskiy Yu.I., Strelkov A.A. (1985). *Bolshoy praktikum po zoologii pozvonochnykh. Tipi: Kolchatye chervi, Chlenistonogie* [Large workshop in vertebrate zoology. Types: Annelida, Arthro-pods]. P. 2, Moscow: Vishcha Shkola, 547 p. (*in Russian*).

УДК 574.34:574.43:639.113.1

ВПЛИВ ЛИСИЦІ ЗВИЧАЙНОЇ НА ЧИСЕЛЬНІСТЬ МИСЛИВСЬКОЇ ФАУНИ АГРОЛАНДШАФТІВ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В.П. Новицький, В.П. Ландін, П.В. Маціборук

Інститут агроекології і природокористування НААН

З'ясовано динаміку чисельності мисливської фауни агроценозів Центрального Лісостепу України. Виявлено кореляційні зв'язки в системі «хижак — жертва». Підтверджено негативний вплив лисиці звичайної на популяцію зайця-русака та куріпки сірої. Встановлено поріг щільності лисиці звичайної, за перевищення якого чисельність хижака ставала обмежувальним (лімітуючим) чинником щодо популяції фазана кавказького.

Ключові слова: лисиця звичайна, мисливська фауна, агроценози, динаміка популяцій.

Лисиця звичайна (*Vulpes Vulpes* L.) є типовим аборигенним представником фауни агроландшафтів Лісостепу України. На фоні глобальної індустріалізації агропромислового комплексу у другій половині ХХ ст. порівняно з більшістю мисливських тварин цей вид проявив відмінну еврибіонтність та стійкі адаптаційні властивості, що насамперед підтверджується відносно стійкою динамікою чисельності його популяції в часі й просторі [1]. Аналіз стаціонарного розподілу лисиці в Україні свідчить, що й нині для її існування придатні майже всі типи рівнинних ландшафтів, починаючи

з хвойних лісів і закінчуючи селітебними територіями. За деякими даними [2], а також за нашими власними спостереженнями, в лісостеповій частині нашої країни найбільша щільність виду спостерігається на орних і селітебних чагарникових та заболочених землях. Останнє, очевидно, зумовлено комплексом багатьох чинників, головними з яких є: динамічне зниження чисельності дрібної фауни в агроландшафтах [3], застосування аграріями прогресивних технологій польової дератизації, низька екологічна культура селян.

Лисиця — типовий хижак-поліфаг, на харчування рослинним кормом переходить вимушено внаслідок відсутності чи нестачі

основного, але мишоподібні гризуни були і залишаються головним сегментом її трофічного ланцюга [4, 5]. Слід наголосити, що динаміку чисельності мисливських видів агроценозів Центрального Лісостепу, на тлі кількісних змін популяції хижака, вивчено недостатньо. А подібні дослідження можуть істотно доповнити уявлення про особливості зв'язків «хижак — жертва» серед мисливської фауни в агроценозах на фоні глобальних змін в аграрному секторі країни з початком ХХІ ст. (поширення короткоротаційних сівозмін, монокультурне землеробство, зяблевий обробіток ґрунту, удосконалення родентицидів і систем їх застосування).

Тому метою наших досліджень було встановлення зв'язку між чисельністю лисиці звичайної та динамікою чисельності дрібної мисливської фауни агроценозів Центрального Лісостепу України на сьогодні.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для аналізу просторового розподілу мисливської фауни в агроландшафтах Центрального Лісостепу України, окрім обробки результатів зимових маршрутних обліків, здійснених нами впродовж 2003–2015 рр., були використані результати індивідуального анкетування і експертного опитування [6] місцевих сільгосппрацівників та мисливців. Математико-статистичну

обробку результатів досліджень проводили за загальноприйнятими методиками [7] з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel 2010.

Для досліджень використовували форму державної статистичної звітності «2-тип (мисливство)» за 2000–2007 рр., що була підготовлена управліннями лісового і мисливського господарств Черкаської та Вінницької областей [3].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відомо, що в динаміці чисельності популяції лисиці звичайної спостерігається певна циклічність впродовж 8–10 років з характерною дво-, трикратною амплітудою змін [1, 4]. Упродовж періоду досліджень щільність популяції лисиці в мисливських угіддях Центрального Лісостепу України була доволі високою, з тенденцією до подальшого зростання і варіювала у межах 1,1–2,0 особин (ос.)/тис. га, що місцями вдвічі перевищувало чинні ветеринарно-санітарні вимоги (до 1 ос./тис. га) та мисливствознавчі рекомендації.

Аналіз чисельності зайця-русака (*Lepus europaeus* Pall.) засвідчив про обернений високий кореляційний зв'язок ($r = -0,791$, при $p < 0,05$) з динамікою чисельності хижака (таблиця). Так, на одну лисицю впродовж наших спостережень кількісно припадало 13,6–44,1 зайця.

Кореляційно-регресійний аналіз показників чисельності лисиці звичайної та мисливської фауни агроценозів

Показники	Види тварин				
	лисиця	заць-русак	куріпка	перепел	фазан
Коефіцієнт кореляції, r	–	–0,791	–0,809	0,580	–0,919
Значущість коефіцієнта кореляції, p	–	0,05	0,05	відсутня	0,01
Коефіцієнт детермінації, R^2	–	0,582	0,675	–	0,832
Значущість рівняння регресії (за F-критерієм), p_f	–	0,05	0,05	–	0,001
Коефіцієнт регресії, b	–	–18,31	–1,70	–	–1,19
Значущість коефіцієнта регресії, p_b	–	0,05	0,05	–	0,001
Середній коефіцієнт еластичності, E_{cp}	–	–0,77	–0,85	–	–2,01

Слід зауважити, що чисельність зайця-русака переважно залежала від чисельності популяції лисиці, зафіксованої роком раніше ($r = -0,921$, при $p < 0,01$). Це підтверджує висновки дослідників [8], що на динаміку чисельності зайця-русака лисиця, за підвищеної щільності виду останньої, крім хижацтва, може чинити також значний опосередкований вплив шляхом створення «чинника турбування», що своєю чергою зумовлює зниження рівня відтворення популяції зайця впродовж наступного року.

Розрахунок середнього коефіцієнта еластичності (E_{cp}), за умови статистичної значущості коефіцієнта регресії (b), дає змогу встановити частку зміни чисельності виду-жертви за зміни чисельності хижака з вірогідністю в 1%. Наразі щодо зайця-русака E_{cp} становить $-0,77$. Отже, з кожним відсотком зростання середньої чисельності лисиці в угіддях середня чисельність зайця знижувалася на $0,77\%$ ($p_b < 0,001$).

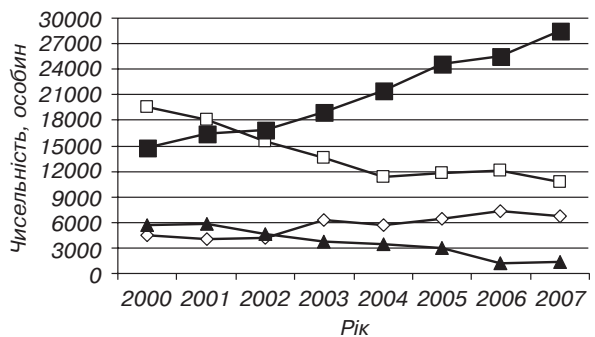
Агроландшафти Центрального Лісо-степу України є основними стаціями для трьох мисливських видів птахів родини фазанових (*Phasianidae*), з яких куріпка сіра (*Perdix perdix* L.) вважається аборигенним осілим видом, перепілка звичайна (*Coturnix coturnix* L.) – перелітним, фазан звичайний, або кавказький (*Phasianus colchicus* L., 1758) – інтродуцентом з осілим способом існування.

Аналіз чисельності популяції куріпки сірої також засвідчив про її високу обернену залежність від чисельності популяції лисиці в угіддях ($r = -0,809$, при $p < 0,05$). Упродовж восьми років на одного хижака кількісно припадало $1,6-4,4$ птаха. Так, можна зробити висновок, що з початку 2000-х років стрімке скорочення чисельності виду відбувалося також за участі інших, наразі не встановлених чинників (рисунк). Зауважимо, що на чисельність популяції куріпки не менший вплив здійснювала чисельність хижака, зафіксована роком раніше ($r = -0,788$, при $p < 0,05$). Останнє скеровує до аналогічних припущень про дію звичайно-

го «чинника турбування» з боку хижака, котрий, зокрема, спричиняє дезінтеграцію осінньо-зимових зграй, а у весняний період перешкоджає швидкому формуванню батьківських пар птахів. Так, E_{cp} становив $-0,85$, при $P_b < 0,05$.

Аналіз динаміки чисельності популяції перепілки в польових угіддях, навпаки, засвідчив про середній позитивний ($r = 0,580$) невірогідний зв'язок з чисельністю хижака. Очевидно, це можна пояснити видовою особливістю перелітного птаха. Адже, з одного боку, найвищий рівень хижацтва лисиця виявляє саме під час сезонної міграції птахів, а з іншого – з поверненням останніх, тому ми не можемо об'єктивно оцінити весь комплекс чинників, що посприяли поверненню конкретної кількості особин.

Найпоказовішою моделлю системи «хижак – жертва» є криві чисельності популяції лисиці та фазана. Між їх чисельністю в угіддях зафіксовано значний обернений кореляційний зв'язок ($r = -0,919$, при $p < 0,01$), у т.ч. порівняно з чисельністю лисиць у попередньому році ($r = -0,816$, при $p < 0,05$). На одну лисицю впродовж періоду досліджень кількісно припадало $0,2-1,4$ фазана. Слід зауважити, що зі зростанням щільності хижаків з $1,1$ до $1,5$ ос./тис. га і більше у 2003 р. крива чисельності птахів у наступні роки доволі істотно реагувала оберненими змінами на



Динаміка чисельності лисиці звичайної та мисливських видів птахів у агроценозах Центрального Лісо-степу України: ◇ — лисиця; □ — куріпка; ▲ — фазан; ■ — перепілка

динаміку щільності популяцій лисиці у межах 1,5–2,0 ос./тис. га, а $E_{\text{ср.}}$ становив – 2,01, при $p < 0,001$. Подібний зв'язок обумовлено особливостями біології видів, адже фазан в умовах Центрального Лісостепу здійснює сезонні переміщення у межах тих самих типів угідь і сільськогосподарських посівів, що й лисиця. У зимово-ранньовесняний період вони представлені заболоченими та чагарниковими ділянками суходолу, а влітку та восени – високорослими сільгоспкультурами, переважно посівами кукурудзи [2, 9].

Отже, стійкий тиск лисиці звичайної на популяції зайця-русака і куріпки сірої у Центральному Лісостепі продовжуватиметься й надалі. Наші багаторічні дослідження та обліки свідчать про поступове зміщення особливостей просторового розподілу згаданих видів від великих за розмірами угідь з інтенсивним сільськогосподарським виробництвом до селітебних територій та дрібних присадибних ділянок. В останніх тварини забезпечуються значно більшим різноманіт-

тям кормових та захисних умов, у т.ч. відчувають менший хижацький тиск з боку лисиці звичайної, яка, своєю чергою, змушена переорієнтуватися на переслідування доступніших об'єктів харчування, насамперед, не знищених у процесі екстенсивного землеробства мишоподібних гризунів.

ВИСНОВКИ

Нині в умовах Центрального Лісостепу України негативний вплив лисиці звичайної значною мірою проявлявся на популяціях зайця-русака ($r = -0,791$, при $p < 0,05$) та фазана кавказького ($r = -0,919$, при $p < 0,01$), меншою – на популяцію куріпки сірої ($r = -0,809$, при $p < 0,05$). Вірогідного зв'язку між динаміками чисельності лисиці звичайної та перепілки звичайної не зафіксовано.

За зростання щільності лисиці до 1,5 ос./тис. га і більше, чисельність хижака набувала значення ($E_{\text{ср.}} = -2,01$, при $p_b < 0,001$) обмежувального чинника щодо популяції фазана кавказького.

ЛІТЕРАТУРА

1. Динаміка чисельності популяції лисиці в Україні / В.І. Домніч, А.Г. В'язовська, А.В. Домніч [та ін.] // Науковий вісник Українського державного лісотехнічного університету України. – 2010. – Вип. 20–14. – С. 22–32.
2. Баник М.В. Особенности биотопического распределения обыкновенной лисицы (*Vulpes Vulpes* L.) в Украине / М.В. Баник, Е.В. Скоробогатов, А.А. Атемасов // Материали научних чтений, посвященних 80-летию со дня рождения профессора А.П. Крапивного (Харьков, 4–5 декабря 2009 г.). – Х.: ХНАУ им. В.Н. Каразина, 2009. – С. 117–128.
3. Моніторинг чисельності, розселення та добування мисливських видів тварин [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://biomon.org/cadastre/2tp-hunting>
4. Антоненко Н.В. Динаміка популяцій мікромамалій та хижацтво лисиці у Дніпровсько-Орільському заповіднику / Н.В. Антоненко // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – Симферополь: ТНУ, 2009. – Вып. 20. – С. 67–73.
5. Чиркова А.Ф. Красная лиса / А.Ф. Чиркова // Млекопитающие Советского Союза; [В.Г. Гептнер, Н.П. Наумов, Б.П. Юргенсон и др.]. – М., 1967. – Т. 2, ч. 1 (Морские коровы и хищные). – С. 45–52.
6. Бондаренко А.Г. Социологическое исследование: методика опроса (Учеб. пособие) / А.Г. Бондаренко. – Волгоград: ВолГТУ, 2006. – 64 с.
7. Лакін Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для студентов биологических специальностей вузов / Г.Ф. Лакін. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
8. Przyczyny spadku populacji zająca szaraka w Polsce / [R. Dziedzic, R. Kamieniarz., B. Majer Dziedzic i in.]. – Lublin, listopad 2000. – 50 st.
9. Дзизюк О. Фазан звичайний *Phasianus colchicus* L. у різних мисливських угіддях / О. Дзизюк // Вісник Львівського університету. – 2005. – Вип. 39. – С. 135–140. – (Серія біологічна).

REFERENCES

1. Domnich V.I., V'yazovska A.H., Domnich A.V. (2010). *Dynamika chyselnosti populatsii lisytsi v Ukraini* [Dynamics of foxes populations in Ukraine]. *Naukovyi visnyk Ukrainkoho derzhavnogo lisotekhnichnogo universytetu Ukrainy* [Journal of Science of the Ukrainian State Forestry University of Ukraine]. Vol. 20–14, pp. 22–32 (in Ukrainian).

2. Banyk M.V., Skorobogatov E.V., Atemasov A.A. (2009). *Osobnosti biotopicheskogo raspredeleniya obyknovennoy lisyty (Vulpes Vulpes L.) v Ukraine* [Features biotopic distribution Red Fox (*Vulpes Vulpes L.*) in Ukraine]. Kharkov: V.N. Karazin Kharkiv National University, pp. 117–128 (*in Ukrainian*).
3. *Monitorynh chyselnosti, rozselelnia ta dobuyannia myslivskykh vydiv tovaryn* [Monitoring of the number and distribution of hunting animal species]. [Electronic resource], available at: <http://biomon.org/cadastre/2tp-hunting> (*in Ukrainian*).
4. Antonets N.V. (2009). *Dynamika populiatsii mikromamalii ta khyzhatstvo lisyty u Dniprovsko-Orilskomu zapovidnyku* [Population dynamics of micromammalia and fox predation in the Dnieper-Orilskomu reserve]. *Ekosistemy Kryma, ikh optimizatsiya i okhrana* [Ecosystems in Crimea, its optimization and protection]. Simferopol: TNU Publ., Vol. 20, pp. 67–73 (*in Ukrainian*).
5. Chirkova A.F., Geptner V.G., Naumov N.P., Yurgenson B.P. (1967). *Krasnaya lisa. Mlekopitayushchie Sovetskogo Soyuzu* [Red fox. Mammals of the Soviet Union]. Moscow, Vol. 2, Part. 1. *Morskie korovy i khishchnye* [Sea cows and carnivorous], pp. 45–52 (*in Russian*).
6. Bondarenko A.G. (2006). *Sotsiologicheskoe issledovanie: metodika oprosa (Ucheb. posobie)* [Casestudy: the survey methodology (tutorial)]. Volgograd: VolgGTU Publ., 64 p. (*in Russian*).
7. Lakin G.F. (1990). *Biometriya: ucheb. posobie dlya studentov biologicheskikh spetsialnostey vuzov* [Biometrics: tutorial for manual for students of biological specialties universities]. Moscow: Vysshaya shkola Publ., 352 p. (*in Russian*).
8. Dziedzic R., Kamieniarz R., Majer Dziedzic B. (2000). *Przyczyny spadku populacji zająca szaraka w Polsce* [The reasons for population decline of hare in Poland], Lublin, 50 p. (*in Polish*).
9. Dzyziuk O. (2005). *Fazan zychainyi Phasianus colchicus L. u riznykh myslivskykh uhiddiakh* [Ring-necked pheasant *Phasianus colchicus L.* Indifferent hunting grounds]. *Visnyk Lvivskoho universytetu (Seria biologichna)* [Visnyk of Lviv National University], Vol. 39, pp. 135–140 (*in Ukrainian*).

НОВИНИ

**19–20 листопада 2015 р.
в Інституті агроecології і природокористування НААН
відбудеться Міжнародна науково-практична конференція
«ПРОБЛЕМИ ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ
АГРАРНОГО СЕКТОРА ЕКОНОМІКИ»**

Шановні колеги!

До участі у конференції запрошуються науковці, представники органів державної виконавчої влади та місцевого самоврядування, інших підприємств і організацій, діяльність яких дотична до порушень на конференції проблем.

Напрями роботи конференції:

- Економічні проблеми збалансованого розвитку аграрного сектора економіки;
- Екологічні проблеми збалансованого розвитку аграрного сектора економіки;
- Соціальні проблеми збалансованого розвитку аграрного сектора економіки.

Робочі мови конференції — українська, російська, англійська.

У рамках конференції плануються пленарні та секційні доповіді.

Програма конференції і тематика секцій формуватимуться на основі заявлених доповідей. Матеріали конференції будуть опубліковані у вигляді тез доповідей до початку роботи конференції.

Основною метою конференції є поєднання зусиль вчених та практиків для вирішення актуальних питань взаємодії суспільства і довкілля для практичної реалізації збалансованого природокористування.

Бажаючих взяти участь у роботі конференції прохання до **26 жовтня 2015 р.** надіслати матеріали на електронну адресу: viktor_kiporenko@ukr.net

Конференція відбудеться за адресою: м. Київ, вул. Метрологічна, 12, Інститут агроecології і природокористування НААН

Реєстрація учасників: 19 листопада 2015 р. з 9.00 до 10.00 год.

УДК 574.38

ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ БІОПОЛІЦИД ТА АЗОТОФІТ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН ТОМАТІВ*

О.М. Дмитрук

Інститут агроекології і природокористування НААН

Встановлено, що мікроорганізми-агенти біопрепаратів Біополіцид та Азотофіт сприяють росту та розвитку проростків рослин томату сорту Раїса. За обробки насіння томату біопрепаратом Біополіцид відзначено його стимулюючу дію на розвиток кореневої системи — до 33,3%, що є важливим показником для подальшого росту рослин томату в умовах закритого ґрунту. Біопрепарат Азотофіт сприяв розвитку кореневої системи рослин томату лише на 18,9%.

Ключові слова: *томати, насіння, енергія проростання, біопрепарати.*

Останнім часом овочівництво в Україні набуло істотних змін, і проблема якості продукції займає провідне місце в його виробництві. В умовах сьогодення широко розглядається проблема екологічної чистоти овочів — особливо тих, що споживаються у свіжому вигляді [1, 2]. Сучасне овочівництво в Україні використовує потенціал технологій та генетичних конструкцій лише на 10–30% [3]. Керування біологічними процесами в агроценозах можливе завдяки інтродукції агрономічно-корисних мікроорганізмів, що дає змогу підсилити або послабити негативну дію небажаних для реалізації їх потенціалу явищ [4]. Застосування біопрепаратів у технології вирощування овочевих рослин в умовах закритого ґрунту певною мірою сприяє збільшенню кількості та поліпшенню якості отриманої продукції завдяки раціональному використанню природних можливостей агроценозів, що своєю чергою дає змогу отримати додаткові вигоди з мінімальними економічними витратами.

Відомо, що мікроорганізми кореневої зони рослин значно впливають на їх ве-

гетацію та якість отриманої продукції, а стимулююча чи інгібіторна дії мікроорганізмів-агентів біопрепаратів проявляється у період проростання насіння.

З огляду на це, метою роботи було оцінити вплив біопрепаратів на посівні властивості рослин томату.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для проведення експерименту використовували насіння томату сорту Раїса, виведеного у Нідерландах, в Україні сорт районовано з 1999 р. Його перевагою над іншими сортами томатів закритого ґрунту є стійкість до фітофторозу і макроспоріозу.

Для дослідів використовували біопрепарати: Агрофіл, Азотофіт, Біополіцид, Планриз, Фосфоентерин, Фітоцид.

Вплив біопрепаратів на ріст і розвиток рослин томату визначали за проростом коренів та проростків, за методикою Берестецького [5]. У робочому розчині біопрепарату за схемою, яку рекомендує виробник, замочували 100 насінин томату впродовж 20 хв. Насіння томату пророщували на вологому фільтрувальному папері у чотирьох чашках Петрі, по 25 насінин у термостаті, при 26–28°C упродовж чотирьох діб.

Вплив дослідного препарату визначали за масою корінців і проростків, які висушу-

© О.М. Дмитрук, 2015

* Науковий керівник — канд. с.-г. наук Я.В. Чабанюк.

**Вплив мікроорганізмів-агентів біопрепаратів на ріст і розвиток
рослин томату сорту Раїса**

Варіант досліджу	Енергія проростання насіння, %	Маса проростків томату		Маса коренів томату	
		мг	приріст до контролю, %	мг	приріст до контролю, %
Контроль (без інокуляції)	92	0,18±0,005	–	0,09±0,003	–
Агрофіл	98	0,20±0,006	11,1	0,102±0,004	13,3
Азотофіт	98	0,21±0,011	16,7	0,107±0,005	18,9
Біополіцид	100	0,23±0,009	27,8	0,12±0,003	33,3
Планриз	100	0,19±0,011	5,6	0,103±0,005	14,4
Фосфоентерин	98	0,205±0,008	13,9	0,104±0,004	15,6
Фітоцид	100	0,20±0,01	8,3	0,106±0,003	17,8

вали при температурі 105°C до постійної маси. Стимулюючий чи інгібіторний ефект виражали в відсотках, що розраховували за формулою:

$$E_{c/i} = (m_{к/п} - m_k) \times 100 - 100,$$

де $m_{к/п}$ – середня маса корінців/проростків дослідного варіанта; m_k – середня маса корінців/проростків у контрольному варіанті [6].

Статистичний та математичний аналізи експериментальних даних проводили за допомогою стандартних комп'ютерних програм Statistica 7 та Microsoft Office Excel 2003–2007.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати досліджень біопрепаратів, які мають захисні та стимулюючі ріст рослин властивості, свідчать, що всі біопрепарати позитивно впливали на ріст, розвиток та енергію проростання рослин томату і є перспективними для використання в сільському господарстві.

У кореневій зоні рослин мікроорганізми виконують функцію стимуляторів або інгібіторів. Мікроорганізми-інгібітори своїми токсинами можуть пригнічувати проростання насіння, ріст проростків, негативно впливати на розвиток рослини загалом, що спричиняє зниження врожайності культури. Мікроорганізми-стимулятори, навпаки, синтезують речовини фітогормональної

дії (ауксини, цитокіни, гібереліни, зеатини тощо), що беруть участь у координації різних фізіологічних процесів рослин. Наприклад, регулюють стан спокою і проростання насіння, підвищують резистентність рослин до стресових чинників.

Достовірне зростання кількості проростків томату на 16,7 та 27,8% спостерігалось за оброки рослин біопрепаратами Азотофіт та Біополіцид відповідно. Найнижчий рівень стимулювання розвитку проростків зафіксовано за обробки культури препаратами Планриз та Фітоцид, що, ймовірно, зумовлено властивостями самих біопрепаратів, оскільки мікроорганізми-агенти згаданих вище біопрепаратів пригнічують розвиток фітопатогенних грибів. Застосування біопрепарату Біополіцид сприяло розвитку кореневої системи на 33,3% порівняно з контролем, що є важливим показником для подальшого розвитку рослин томату (таблиця).

ВИСНОВКИ

За результатами досліджень у лабораторних умовах встановлено, що діючі агенти біопрепаратів Біополіцид та Азотофіт сприяли розвитку проростків томатів сорту Раїса. Відзначено, що найвищий рівень стимулювання розвитку кореневої системи (33,3%) спостерігався за оброки насіння томату біопрепаратом Біополіцид, що є важливим чинником для забезпечення по-

дальшого росту рослин та одержання високих урожаїв. Біопрепарат Азотофіт сприяв розвитку кореневої системи рослин томату лише на 18,9%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сергієнко В.Г. Зберегти товарний вигляд [Електронний ресурс] / В.Г. Сергієнко // Агробізнес сьогодні. — 2011. — № 24 (223). — Режим доступу: [http // www.agro-business.com.ua /2012-09-27-13-06-57/801-2011-12-30-13-02-33.html](http://www.agro-business.com.ua/2012-09-27-13-06-57/801-2011-12-30-13-02-33.html)
2. Пивоваров В.Ф. Экологическая безопасность овощной продукции. Проблемы селекции / В.Ф. Пивоваров, Е.Г. Добруцкая // Картофель и овощи. — 2010. — № 3. — С. 22–23.
3. Шерстобоева О.В. Оптимізація структури мікробних угруповань кореневої зони озимої пшениці: дис. ... д-ра с.-г. наук: 03.00.16 «Екологія» / О.В. Шерстобоева. — К., 2004. — 337 с.
4. Красильников Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения / Н.А. Красильников. — М.: Изд-во АН СССР, 1958. — 464 с.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии: учебное пособие; под ред. Д.Г. Звягинцева. — М.: Изд-во МГУ, 1991. — 304 с.
6. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / [В.В. Волкогон, О.В. Надкєрнична, Л.М. Токмакова та ін.]; за ред. В.В. Волкогона. — К.: Аграрна наука 2010. — 464 с.
7. Кравченко В.А. Перспективи розвитку галузі овочівництва в Україні / В.А. Кравченко // Вісник аграрної науки. — 2011. — № 5. — С. 18–21.

REFERENCES

1. Serhiienko V.H. (2011). *Zberehty tovarnyi vyhljad* [To save a trade appearance]. *Ahrobiznes sohodni* [Agribusiness today]. No. 24 (223). [Electronic resource], available at: [http://www.agro-business.com.ua /2012-09-27-13-06-57/801-2011-12-30-13-02-33.html](http://www.agro-business.com.ua/2012-09-27-13-06-57/801-2011-12-30-13-02-33.html) (in Ukrainian).
2. Pivovarov V.F., Dobrutskaia Ye.G. (2010). *Ekologicheskaya bezopasnost ovoshchnoy produktsii. Problemy seleksii* [Environmental safety of vegetable production. Problems of selection]. *Kartofel i ovoshchi* [Potatoes and Vegetables], No. 3, pp. 22–23 (in Russian).
3. Sherstoboieva O.V. (2004). «Optimization of microbial communities of winter wheat root zone», Abstract of Doctor of Agricultural Sciences dissertation, Ecology, Institute of Agroecology and Environmental Management of the NAAS, Kyiv, Ukraine, p. 337 (in Ukrainian).
4. Krasilnikov N.A. (1958). *Mikroorganizmy pochvy i vysshie rasteniya* [Soil microorganisms and higher plants]. Moscow: AN SSSR Publ., 464 p. (in Russian).
5. Zvyagintseva D.G. (1991). *Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii. Uchebnoe posobie* [Methods of Soil Microbiology and Biochemistry]. Moscow: MGU Publ., 304 p. (in Russian).
6. Volkohon V.V., Nadkernychna O.V., Tokmakova L.M., Melnychuk T.M., Chaikovska L.O. (2010). *Ekspereymentalna hruntova mikrobiolohiia, monohrafiia* [Experimental soil microbiology]. Kyiv: Ahrarna nauka Publ., 464 p. (in Ukrainian).
7. Kravchenko V.A. (2011). *Perspektyvy rozvytku haluzi ovochivnytstva v Ukraini* [Prospects for field vegetable production in Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], No. 5, pp. 18–21 (in Ukrainian).

РЕАКЦІЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ ЗАЛЕЖНО ВІД ЯКОСТІ ПОЛИВНОЇ ВОДИ

О.І. Дементьєва

Інститут агроекології і природокористування НААН

Розглянуто доцільність вирощування нових вітчизняних гібридів кукурудзи різних груп стиглості на темно-каштанових ґрунтах Інгулецького зрошуваного масиву за використання поливної води II класу (обмежено придатної для зрошення), згідно з чинними ДСТУ 2730-94, та Краснознам'янського зрошуваного масиву — за використанням води I класу (придатної). Наведено дані щодо якості зрошувальної води двох названих систем. Урожайність зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості досліджено залежно від добрив, меліорантів, кількості та якості поливної води. Встановлено раціональність використання та окупність 1 м³ води врожаєм зерна різних досліджуваних гібридів.

Ключові слова: зрошувальна система, мінералізація води, родючість ґрунту, врожайність зерна, сумарне водоспоживання, коефіцієнт водоспоживання, коефіцієнт ефективності зрошення, окупність поливної води.

Херсонська обл. є територією ризикованого землеробства, що позначається на результатах роботи сільського господарства, для потреб якого використовується 70% прісної води країни. У посушливих умовах області виробництво сільськогосподарської продукції значною мірою залежить від розв'язання проблеми зрошення сільгоспугідь. З огляду на це, починаючи з 60-х років ХХ ст., у Херсонській обл. було розпочато великомасштабне спорудження меліоративних об'єктів і побудовано дві з найбільших зрошувальні системи — Краснознам'янську (102 тис. га) та Інгулецьку (18,2 тис. га).

Потенційним джерелом поливної води цих зрошувальних систем є річки Дніпро та Інгулець. Тому дуже важливо мати відомості щодо якості води у них. Незадовільної якості вода може позначитися на зрошуваних культурах та ґрунтах накопиченням солей у кореневій зоні, зниженням проникності ґрунту внаслідок надмірного впливу Na⁺ і Ca⁺, перенесенням хвороботворних організмів чи забруднювальних речовин, що є токсично небезпечним для рослин. Так, вплив засоленості ґрунту на осмотичний тиск у насиченій зоні є одним з найважливіших показників, що обумов-

люють якість зрошувальної води. Вміст натрію у цій воді може негативно вплинути на структуру ґрунту, загальмувати швидкість проникнення води у ґрунт та її рух. Також натрій завдає шкоди плодам [1–5].

Мета наших досліджень — доцільність вирощування гібридів кукурудзи вітчизняної селекції різних груп стиглості в умовах зрошення поливною водою різної якості.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Як відомо, оцінювання якості зрошувальної води щодо вмісту макроелементів живлення рослин здійснюють для того, щоб запобігти погіршенню еколого-гігієнічних показників якості сільськогосподарської продукції. Основними методами досліджень були польовий та лабораторний. Польовий проводили упродовж 2012–2014 рр. на експериментальних полях Інституту зрошуваного землеробства та Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції.

У схему польових дослідів входять гібриди кукурудзи різних груп стиглості: середньоранні (ФАО-200) — Тендра та Почаївський 190 МВ, середньостиглі (ФАО-350) — Асканія та Азов, а також середньопізні (ФАО-420) — Бистриця 400 МВ, Соколов 407 МВ.

Ефективність досліджуваних гібридів вивчали за богарних умов та на фоні зрошення.

Режим зрошення кукурудзи формувався залежно від рівня фактичної (перед поливом) вологості ґрунту та метеорологічних умов вегетаційного періоду. Для підтримання вологості ґрунту (80–100% НВ) у роки дослідження на обох зрошуваних полігонах були проведені поливи у такій кількості: шість – для середньоранніх, сім – для середньостиглих, вісім – для середньопізніх гібридів. Зрошувальна норма на Інгулецькому зрошуваному масиві для середньоранніх гібридів, у середньому за три роки досліджень, становила 2590 м³/га, середньостиглих – 2960, а для середньопізніх – 3330 м³/га; на Краснознам'янському зрошуваному масиві – 2467, 2837 та 3207 м³/га відповідно.

Засолення ґрунтів Інгулецького зрошуваного масиву, за нашими спостереженнями, у шарі ґрунту 0–30 см варіює у межах 0,135–0,152%, а на Краснознам'янському цей показник був значно вищим – 0,290–0,316%. Для покращення стану ґрунтів на Інгулецькому зрошуваному полігоні вносили меліорант – фосфогіпс, із розрахунку 2 т/га. Досліджуваний ґрунт Інгулецького масиву за своїми властивостями близький

до чорноземів південних, проте відрізняється меншим умістом гумусу (2–2,5%). Валового азоту в ґрунті міститься 0,20–0,25%, фосфору – 0,12–0,14%, реакція ґрунтового розчину верхніх горизонтів близька до нейтральної або слаболужної (рН = 6,9–7,4), у глиб профілю вона, як правило, зростає.

Ґрунти Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції – темно-каштанові залишково-слабосолонцюваті пілуватато-важкосуглинкові. Гумусний горизонт має потужність 42–51 см. В орному шарі ґрунту міститься 2,5–2,9% гумусу, гідролізованого азоту – 5,0 мг ґрунту, рухомого фосфору 2,4, обмінного калію – 40 мг на 100 г ґрунту [6].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами польових та лабораторних дослідів нами визначено якість поливної води Інгулецької та Краснознам'янської зрошувальних систем, сумарне водоспоживання та раціональність її використання гібридами кукурудзи різних груп стиглості (табл. 1–3).

Порівняння поливної води Інгулецької та Краснознам'янської зрошувальних систем за хімічними показниками свідчить, що її якість істотно відрізняється. Так, вода

Таблиця 1

Якість поливної води Інгулецької та Краснознам'янської зрошувальних систем

Показники якості поливної води, мг/дм ³	Середні показники спостережень за роки досліджень			Середнє за 2012–2014 рр.
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	
<i>Інгулецька зрошувальна система</i>				
Заг. мінералізація	1658	1494	1484	1545
HCO ₃	245,1	221,1	262,3	242,8
SO ₄ ²⁻	508,0	473,2	454,4	478,5
Cl ⁻	348,4	334,2	303,1	328,6
Ca ²⁺	142,6	114,8	99,5	119,0
Mg ²⁺	88,2	78,0	79,1	81,8
Na ⁺ +K ⁺	162,9	130,4	121,4	138,2
pH	8,31	8,24	8,33	8,29
<i>Краснознам'янська зрошувальна система</i>				
Заг. мінералізація	366	410	400	392

Закінчення табл. 1

Показники якості поливної води, мг/дм ³	Середні показники спостережень за роки досліджень			Середнє за 2012–2014 рр.
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	
HCO ₃	93,8	196,3	195,0	161,7
SO ₄ ²⁻	121,9	80,0	66,7	89,5
Cl ⁻	62,5	33,9	32,9	43,1
Ca ²⁺	35,0	46,0	49,6	43,5
Mg ²⁺	43,4	21,3	16,8	27,2
Na ⁺ + K ⁺	12,7	41,1	37,3	30,4
pH	8,10	8,50	8,32	8,31

Таблиця 2

Сумарне водоспоживання та раціональність використання поливної води гібридами кукурудзи різних груп стиглості, середнє за 2012–2014 рр.

Фон зволоження	Група стиглості гібрида, ФАО	Гібрид кукурудзи	Показники*			
			Σв, м ³ /га	Кв, м ³ /т	КЕЗ, м ³ /т	О, кг
<i>Ігулецька зрошувальна система</i>						
Без зрошення	Середньоранні (ФАО-200)	Тендра	2417	1042	–	–
		Почаївський 190 МВ	2411	1013	–	–
	Середньостиглі (ФАО-350)	Асканія	2355	1121	–	–
		Азов	2343	1183	–	–
	Середньопізні (ФАО-420)	Бистриця 400 МВ	2305	1987	–	–
		Соколов 407 МВ	2293	2730	–	–
На фоні зрошення	Середньоранні (ФАО-200)	Тендра	4643	479	351	2,85
		Почаївський 190 МВ	4663	454	329	3,04
	Середньостиглі (ФАО-350)	Асканія	5064	425	302	3,31
		Азов	5066	410	285	3,50
	Середньопізні (ФАО-420)	Бистриця 400 МВ	5423	403	271	3,70
		Соколов 407 МВ	5403	412	272	3,68
<i>Краснознам'янська зрошувальна система</i>						
Без зрошення	Середньоранні (ФАО-200)	Тендра	2233	1029	–	–
		Почаївський 190 МВ	2217	1046	–	–
	Середньостиглі (ФАО-350)	Асканія	2191	1344	–	–
		Азов	2183	1475	–	–
	Середньопізні (ФАО-420)	Бистриця 400 МВ	2128	2503	–	–
		Соколов 407 МВ	2125	2530	–	–

Закінчення табл. 2

Фон зволоження	Група стиглості гібрида, ФАО	Гібрид кукурудзи	Показники*			
			Σ_v , м ³ /га	Кв, м ³ /т	КЕЗ, м ³ /т	О, кг
На фоні зрошення	Середньоранні (ФАО-200)	Тендра	4503	457	321	3,12
		Почайвський 190 МВ	4499	454	316	3,16
	Середньостиглі (ФАО-350)	Асканія	4909	411	275	3,63
		Азов	4917	394	258	3,52
	Середньопізнi (ФАО-420)	Бистриця 400 МВ	5303	392	253	3,95
		Соколов 407 МВ	5303	402	262	3,82

Примітка: * Σ_v – сумарне водоспоживання; Кв – коефіцієнт водоспоживання; КЕЗ – коефіцієнт ефективності зрошення, О – окупність 1 м³ води врожаєм зерна кукурудзи.

Таблиця 3

Середня врожайність зерна кукурудзи гібридів різних груп стиглості залежно від зволоження ґрунту, за 2012–2014 рр.

Група стиглості	Гібрид кукурудзи	Урожайність зерна кукурудзи, т/га			
		Інгулецька зрошувальна система		Краснознам'янська зрошувальна система	
		Урожайність зерна	Приріст врожаю від зрошення	Урожайність зерна	Приріст врожаю від зрошення
<i>Без зрошення</i>					
Седньоранні (ФАО-200)	Тендра	2,32	–	2,17	–
	Почайвський 190 МВ	2,38	–	2,12	–
Середньостиглі (ФАО-350)	Асканія	2,10	–	1,63	–
	Азов	1,98	–	1,48	–
Середньопізнi (ФАО-420)	Бистриця 400 МВ	1,16	–	0,85	–
	Соколов 407 МВ	0,84	–	0,84	–
<i>На фоні зрошення</i>					
Седньоранні (ФАО-200)	Тендра	9,70	7,38	9,86	7,69
	Почайвський 190 МВ	10,26	7,88	9,92	7,80
Середньостиглі (ФАО-350)	Асканія	11,91	9,81	11,93	10,30
	Азов	12,35	10,37	12,48	11,00
Середньопізнi (ФАО-420)	Бистриця 400 МВ	13,47	12,38	13,52	12,67
	Соколов 407 МВ	13,10	12,26	13,09	12,25

Інгулецької зрошувальної системи порівняно з водою Краснознам'янської в середньому вміщує у 7 разів більше хлоридів, у 2,7 — Ca^{2+} та у 4,5 рази K^+ і Na^+ . Відповідно і загальний вміст солей в Інгулецькій воді є втричі вищим, що в середньому становить 1545 мг/дм³. Менш істотною була різниця величини гідрокарбонатів — у 1,5 рази. Показники рН були майже однаковими — 8,29 та 8,31 відповідно.

Згідно з даними (табл. 1), основною проблемою Інгулецької зрошувальної системи є низька якість поливної води, що проявляється її підвищеною мінералізацією та несприятливим хімічним складом. Тому така вода є малоприсадною для зрошення згідно з існуючими ДСТУ 2730-94 [7, 8].

До того ж тривале її використання спричиняє неминуче засолення та деградацію ґрунтів, а тому необхідним є постійний моніторинг засолення зрошуваних ґрунтів та внесення меліорантів. Якість поливної води Краснознам'янської зрошувальної системи має кращі показники, що дає можливість отримувати вищі врожаї сільськогосподарських культур із задовільною якістю за менших її затрат.

Водоспоживання сільськогосподарських культур зумовлює витрати частини водного балансу кореневого шару ґрунту, що ускладнює режим вологості у зоні аерації, а отже, і вологозабезпеченість вирощуваних культур. Найточніші результати для розрахунків меліоративних режимів на зрошуваних землях дають експериментальні дослідження (табл. 2).

Так, зрошення збільшує сумарне водоспоживання у дослідках на зрошуваному полігоні Інгулецької системи від 2293–2417 до 4643–5423 м³/га. На Краснознам'янському зрошуваному масиві як за богарних умов, так і за поливу спостерігається тенденція до більш економного водоспоживання, але різниця була неістотною. Коефіцієнт водоспоживання кукурудзи на богарних землях Інгулецької зрошувальної системи порівняно з неполивним фоном Краснознам'янської збільшується.

Також спостерігається тенденція до раціональнішого використання води на Краснознам'янському зрошуваному земельному масиві. Про це свідчать дані окупності 1 м³ поливної води врожаєм зерна кукурудзи (табл. 2).

Зрошення завдяки нормованій подачі поливної води з розчиненими в ній поживними речовинами, мікроелементами, засобами захисту рослин дає можливість до двох і більше разів збільшити врожайність культур за одночасного поліпшення їх якості. У таблиці 3 наведено показники врожайності зерна кукурудзи гібридів різних груп стиглості залежно від зволоження ґрунту на фоні внесення добрив та меліорантів у середньому за три роки досліджень.

На богарних землях Інгулецького зрошуваного масиву середньоранні та середньостиглі гібриди з ФАО-200/350 забезпечують вищу врожайність, ніж за богарних умов Краснознам'янського зрошуваного масиву. Різниця у формуванні врожаю зерна середньопізніх гібридів (ФАО-420) у богарних умовах двох досліджуваних систем є неістотною.

Взаємодія поливної води, мінеральних добрив та меліорантів на Інгулецькому зрошуваному масиві забезпечують високу врожайність зерна кукурудзи. Збільшення врожайності від зволоження ґрунту на двох дослідних полігонах, за середніми даними, впродовж трьох років були близькими.

ВИСНОВКИ

Результати проведених досліджень свідчать про низьку якість поливної води Інгулецької зрошувальної системи порівняно з водою Краснознам'янської. Підвищена мінералізація, значна кількість хлоридів та натрію роблять досліджувану воду обмежено придатною для зрошення. Але сумісна дія поливної води, мінеральних добрив ($\text{N}_{120}\text{P}_{90}$) та внесення меліоранту (фосфогіпс — 2 т/га) забезпечують доцільність вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості та сприяють раціональнішому використанню поливної води обмежено придатної для зрошення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Морозов В.В. Апробація методів прогнозування якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи / В.В. Морозов, Є.В. Козленко, К.О. Івашова // Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених. — Херсон: Колос, 2013. — Вип. 5. — С. 6–9.
2. Рекомендації щодо поліпшення якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи / за наук. ред. В.А. Сташука і В.В. Морозова. — Херсон: Айлант, 2012. — 60 с.
3. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство: підруч. / В.О. Ушкаренко. — К., 1994. — 320 с.
4. Ушкаренко В.О. Управління еколого-безпечними, водозберігаючими та економічно обгрутованими режимами зрошення у різних еколого-агрометеорологічних умовах Південного Степу України: монограф. / В.О. Ушкаренко, В.О. Морозов, Є.В. Козленко. — Херсон, 2011. — 172 с.
5. Дупляк В.Д. Экологические проблемы в зоне действия Краснознамянской ОС и пути ее улучшения / В.Д. Дупляк, С.М. Кознишкур // Экологические проблемы при водных мелиорациях. — К., 1995. — С. 76.
6. Лимар А.О. Экологические основы систем орошаемого земледелия / А.О. Лимар. — К.: Аграрная наука, 1997. — 397 с.
7. Якість води для зрошення. Агрохімічні критерії: ДСТУ 2730-94. — [Чинний від 1995–07–01]. — К.: Держстандарт України. — 1994. — 16 с.
8. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії: ДСТУ 2730-94. — [Чинний від 1995–07–01]. — К.: Держстандарт України, 1994. — 21 с.

REFERENCES

1. Morozov V.V., Kozlenko Ye.V., Ivashova K.O. (2013). *Aprobatsiia metodiv prohnozuvannia yakosti polyvnoi vody Inhuletskoi zroshuvalnoi systemy* [Testing methods for forecasting the quality of irrigation water of Ingulets irrigation system]. *Zbirnyk materialiv Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh* [Proceedings of scientific conference: Ukrainian scientific-practical conference of young scientists]. Kherson: Kolos Publ., Vol. 5, p. 6–9 (in Ukrainian).
2. Stashuk V.A., Morozov V.V. (2012). *Rekomendatsii shchodo polipshennia yakosti polyvnoi vody Inhuletskoi zroshuvalnoi systemy* [Recommendations for improving the quality of irrigation water of Ingulets irrigation system]. Kherson: Ailant Publ., 60 p. (in Ukrainian)
3. Ushkarenko V.O. (1994). *Zroshuvane zemlerobstvo* [Irrigated agriculture]. Kyiv, 320 p. (in Ukrainian).
4. Ushkarenko V.O., Morozov V.O., Kozlenko Ye.V. (2011). *Upravlinnia ekoloho-bezpechnymy, vodozberihaiuchymy ta ekonomichno obgrunтовanymy rezhymamy zroshennia u riznykh ekoloho-ahromeliioratsyynnykh umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy: monohraf.* [Management of eco-safe, water-saving and cost-effective irrigation regimes in different ecological and land improvement conditions of southern steppe of Ukraine: monograph]. Kherson, 172 p. (in Ukrainian).
5. Duplyak V.D., Koznishkur S.M. (1995). *Ekologicheskie problemy v zone deystviya Krasnoznamyanskoj OS i puti ee uluchsheniya* [Environmental problems in the area of the Krasnoznamyanskoj OS and ways to improve it]. *Ekologicheskie problemy pri vodnykh melioratsiyakh* [Environmental problems of water melioration]. Kiev, p. 76 (in Ukrainian).
6. Limar A.O. (1997). *Ekologicheskie osnovy sistem oroshaemogo zemledeliya* [Ecological bases of systems of irrigated agriculture]. Kiev: Agrarnaya nauka Publ., 397 p. (in Ukrainian).
7. DSTU 2730-94. *Yakist pryrodnoi vody dlia zroshennia. Ahronomichni kryterii* [State standart 2730-94. The quality of natural water for irrigation. Agronomic criteria]. Chynnyi vid 1995-0701, Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 1994, 14 p. (in Ukrainian).
8. DSTU 2730-94. *Yakist pryrodnoi vody dlia zroshennia. Ahronomichni kryterii* [State standart 2730-94. The quality of natural water for irrigation. Agronomic criteria]. Chynnyi vid 1995-07 01, Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 1994, 21 p. (in Ukrainian).

ФЕРМЕНТАТИВНА АКТИВНІСТЬ ЛИСТЯ ЯБЛУНІ ЗА ВПЛИВУ ШТАМІВ *BACILLUS THURINGIENSIS* ТА КОНФІДОРУ ЕКСТРА*

А.Б. Крижанівський

Інститут агроекології і природокористування НААН

*Досліджено вплив біопрепаратів інсектицидної дії на основі штамів *Bacillus thuringiensis* та хімічного інсектициду Конфідор Екстра на ферментативну активність листя яблуні. Встановлено, що біопрепарати позитивно впливають на ферментативну активність, а отже й на фізіологічний стан рослин завдяки зміцненню її антиоксидантної системи та фітоімунітету. Обробка яблунь Конфідором Екстра не мала істотного впливу на пероксидазну та поліфенолоксидазну активність, а її показники були на рівні контролю.*

Ключові слова: *Bacillus thuringiensis*, яблуня, ферментативна активність, Конфідор Екстра.

Обробка насаджень яблуні засобами захисту від шкідників і хвороб є невід'ємним елементом технології вирощування цих культур. Але під час обприскування в біоценоз вносяться чужорідні біологічні та хімічні агенти, які порушують природний фон і можуть спричинити зміни фізіологічних процесів рослин.

За обробки рослин рідкою культурою *B. thuringiensis* спори та кристали ендотоксину можуть зберігатися тривалий час [1] як компонент природної мікрофлори [2], що може впливати на фізіологічні процеси, які відбуваються в клітинах листків рослини. Одним з показників таких змін є пероксидаза, що чутливо реагує на різноманітні форми впливу на рослину. Цей фермент концентрується у клітинах епідермісу, провідної тканини та замикальних клітинах прориху.

Серед найважливіших процесів формування й розвитку захисних реакцій у клітинах рослин є активація пероксидази як протидія стресу [3], адже за несприятливого впливу чинників навколишнього природного середовища (НПС) вона змінює свою активність пропорційно із збільшенням ступеня антропогенного навантаження

на рослину, що свідчить про їх можливу взаємозалежність [4].

Поліфенолоксидаза не входить до складу антиоксидантних систем, але бере участь в окисленні фенольних сполук. В умовах стресу (опромінення, вплив низьких температур, механічне пошкодження, зміни хімічного складу НПС) її активність збільшується, що сприяє утворенню захисних бар'єрів рослини [5].

Тому метою роботи було вивчення пероксидазної та поліфенолоксидазної активності листя яблуні, що надає можливість оцінити адаптаційні властивості впливу чинників НПС.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Польові дослідження проводили на базі Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України в 2014 р. на яблунях сорту Джонаголд. Вибірка становила 10 дерев, з триразовою повторністю.

Матеріалом для досліджень були культури штамів *B. thuringiensis* 0371, 0376, 0408 та 787, отримані з Інституту сільського господарства Криму НААН.

Ентомопатогенний штам *B. thuringiensis* 787 продукує специфічний білковий кристалічний ендотоксин для листогризухих шкідників з рядів *Coleoptera* та *Lepidoptera*. Штами *B. thuringiensis* 0371, 0376, 0408, крім білкового кристалічного ендотоксину, продукують неспецифічний водорозчин-

© А.Б. Крижанівський, 2015

* Науковий керівник — д-р с.-г. наук, професор О.В. Шерстобова.

ний екзотоксин широкого спектра дії на шкідливих комах [6].

Обприскування рослин здійснювали рідкими культурами *B. thuringiensis* 0371, 0376, 0408 та 787 з розрахунку 9 л/га бактеріальної суспензії з титром спор *B. thuringiensis* у робочій рідині 0,4-109 КУО. Витрата робочої рідини – 900 л/га. Для порівняння використовували інсектицидний препарат Конфідор Екстра (при нормі використання препарату 63 г/га та витраті робочої рідини 900 л/га). Як контроль використовували дерева, що обробляли водою. Обробку яблунь здійснювали у вечірній період доби за безвітряної погоди, при температурі повітря 25–26°C, у найбільш уразливу фазу розвитку шкідника – гусениці [7] за допомогою обприскувача SADKO SPR-5 (5 л). Листки для аналізу відбирали починаючи з наступного дня після обприскування, з інтервалом у два дні.

Пероксидазну та поліфенолоксидазну активність листя яблуні визначали методом А.Н. Бояркіна [8].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Вплив рідких культур на основі ентомопатогенних штамів *B. thuringiensis* та хімічного інсектициду Конфідор Екстра на пероксидазну та поліфенолоксидазну активність листя яблуні сорту Джонаголд визначали за допомогою аналізу, що проводили через кожні дві доби впродовж 12 діб після обробки рослин.

Отримані результати засвідчили про збільшення пероксидазної активності у перші вісім діб після обприскування рідкими культурами штамів *B. thuringiensis* (Bt) 0371, 0376 та 0408, які в своїх метаболітах, крім специфічного білкового ендотоксину, містять водорозчинний термостабільний β -екзотоксин, що є нуклеотидом аденінової природи і має властивості, характерні хімічним інсектицидам (табл. 1).

Штам Bt 787, що не синтезує β -екзотоксин, сприяв збільшенню пероксидазної активності на четверту добу і помірному її зниженню до восьмої доби.

Через дві доби спостерігався різкий спад ферментативної активності листя, обробленого штамми з β -екзотоксином. Штам Bt 787, навпаки, почав стимулювати пероксидазну активність, внаслідок чого вона зростала впродовж 8–12-ої доби після проведення обробки рослин.

На 12-ту добу штамми Bt 0371, 0376, 0408 також сприяли збільшенню ферментативної активності, і показники їхнього впливу були приблизно на одному рівні.

Аналізуючи вплив досліджуваних інсектицидів, слід відзначити низьку ферментативну активність листя рослини за обробки хімічним інсектицидом Конфідор екстра, що впродовж усього дослідження була нижчою від контролю в усіх варіантах обробки проти шкідників. Тому можна зробити висновок, що хімічний агент інгібує активність ферментної системи.

Таблиця 1

Вплив інсектицидів на пероксидазну активність листя яблуні, мг/г за 1 год.

Варіант	Період відбору листків (доба після обробки)					
	2 доба	4 доба	6 доба	8 доба	10 доба	12 доба
Контроль	1,40±0,02	1,22±0,04	1,43±0,12	1,40±0,12	1,33±0,04	1,59±0,08
Bt 0371	1,18±0,14	1,49±0,02	1,58±0,01	1,69±0,07	1,33±0,06	1,64±0,07
Bt 0376	1,34±0,18	1,41±0,04	1,60±0,04	1,61±0,03	1,41±0,03	1,60±0,03
Bt 0408	1,19±0,03	1,39±0,03	1,51±0,07	1,61±0,08	1,30±0,04	1,62±0,08
Bt 787	1,29±0,10	1,49±0,03	1,37±0,04	1,35±0,06	1,52±0,04	1,77±0,09
Конфідор Екстра	1,02±0,06	1,15±0,04	1,16±0,01	1,11±0,01	1,03±0,05	1,43±0,03

Вплив інсектицидів на поліфенолоксидазну активність листя яблуні, мг/г за 1 год.

Варіант	Період відбору листків (доба після обробки)					
	2 доба	4 доба	6 доба	8 доба	10 доба	12 доба
Контроль	0,069±0,005	0,074±0,003	0,110±0,010	0,087±0,009	0,074±0,003	0,077±0,012
Vt 0371	0,081±0,008	0,089±0,005	0,118±0,011	0,096±0,001	0,091±0,002	0,086±0,006
Vt 0376	0,080±0,003	0,081±0,005	0,108±0,002	0,104±0,001	0,081±0,003	0,091±0,001
Vt 0408	0,080±0,007	0,089±0,002	0,111±0,002	0,109±0,002	0,093±0,007	0,092±0,004
Vt 787	0,084±0,007	0,089±0,005	0,095±0,005	0,083±0,007	0,097±0,006	0,070±0,007
Конфідор Екстра	0,089±0,005	0,084±0,002	0,107±0,008	0,083±0,006	0,074±0,006	0,107±0,003

Подібні дослідження впливу штамів *B. thuringiensis* на ферментативну систему проводились на картоплі [9], які підтверджують незначне збільшення активності ферменту. Так, поступове і незначне підвищення активності пероксидази під дією біологічних агентів упродовж другої – восьмої доби порівняно з контролем свідчить про стимулюючу дію біоінсектицидів на фермент. Це явище можна розглядати як імунологічну протидію рослини на мікробіологічний чинник, який не є для неї істотним стресором, а навпаки, стимулює імунітет і посилює її стійкість [10].

Відомо, що підвищення поліфенолоксидазної активності рослин, оброблених біоінсектицидами, може проявлятися як протидія рослин на інфікування патогенними мікроорганізмами [11]. Про це свідчать результати наших досліджень, де спостерігається стрімке підвищення ферментативної активності листя рослин упродовж шести діб після їх обробки (табл. 2).

Упродовж наступного періоду проведення дослідження спостерігався помірний спад активності поліфенолоксидази у варіантах,

оброблених штамми Vt 0371, 0376, 0408. На восьму добу після обробки дерев штамом Vt 787 теж спостерігалось незначне зниження активності ферменту, що через дві доби змінилось підвищенням до попереднього рівня.

На 12-ту добу вплив досліджуваних штамів мав тенденцію до зрівняння з контролем.

Обробка яблунь хімічним інсектицидом Конфідор Екстра не мала значного впливу на поліфенолоксидазну активність порівняно з контролем упродовж 10 діб. На 12-ту добу активність поліфенолоксидази значно зросла.

ВИСНОВКИ

Отримані результати свідчать, що нанесені на листя яблуні рідкі захисні біопрепарати на основі штамів *B. thuringiensis* не спричиняють стресового стану рослини, а навпаки, здійснюють помірний стимулюючий ефект на ферментативну активність листя, що свідчить про зміцнення фізіомунітету та стійкості до інших стрес-чинників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Крижанівський А.Б. Алелопатична дія листя яблуні на ентомопатогенні штами *Bacillus thuringiensis* / А.Б. Крижанівський // Агроєкологічний журнал. – 2015. – № 2. – С. 117–120.
2. Pruett C.J.H. Effect of exposure to soil potency and spore viability of *Bacillus thuringiensis* / C.J.H. Pruett, H.D. Burges, C.H. Wyborn // J. Invertebr. Pathol. – 1980. – No. 35. – P. 168–174.
3. Активність пероксидази і каталази у сої, інокульованої Tn5-мутантами *Bradyrhizobium japonicum* / В.М. Васильюк, О.Д. Кругова, Н.М. Мандровська, С.Я. Коць // Физиология и биохимия культ. растений. – 2007. – Т. 39, № 4. – С. 334–342.

4. Рачковская М.М. Изменение активности некоторых оксидаз как показатель адаптации растений к условиям промышленного загрязнения / М.М. Рачковская, Л.О. Ким // Газоустойчивость растений. — Новосибирск: Наука, 1980. — С. 117–126.
5. Дыхательные ферменты / [под ред. В.А. Энгельгардта]. — М.: Изд-во иностранной литературы, 1952. — С. 235–266.
6. Микробиоконтроль численности насекомых и его доминанта *Bacillus thuringiensis* / Р.В. Кандыбин, Т.И. Патыка, В.П. Ермолова, В.Ф. Патыка. — СПб.—Пушкин: Научное издание «Инновационный центр защиты растений», 2009. — 252 с.
7. Методики випробування і застосування пестицидів / [С.О. Трибель, Д.Д. Сігарьова, М.П. Секун та ін.]; за ред. проф. С.О. Трибеля. — К.: Світ. — 2001. — 448 с.
8. Бояркин А.Н. Быстрый метод определения активности пероксидазы / А.Н. Бояркин // Биохимия. — 1951. — Т. 16, № 4. — С. 352–357.
9. Крижко А.В. Екологічні аспекти застосування *Bacillus thuringiensis* в системі захисту картоплі від колорадського жука: дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.16 / А.В. Крижко. — К., 2011. — 176 с.
10. Bartsler A. Rhizobial signals convert pathogens to symbionts at the legume interface / A. Bartsler, H. Kobayashi, W.L. Broughton // Plant Microbiology / [Ed. by M. Gillens, A. Holmes.] — Abingdon: Garland Science / BIOS Scientific Publishers, 2001. — P. 19–31.
11. Effect of coniferous extract on potato plants / I.A. Graskova, E.V. Kuznetsova, M.A. Zhivetiev et al. // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. — 2009. —Vol. 5, No. 1–2. — P. 38–44.

REFERENCES

1. Kryzhanivskyi A.B. (2015). *Alelopatychna diia lystia yabluni na entomopatohenni shtamy Bacillus thuringiensis* [Alelopatychna action of apple trees leaves on entomopathogenic strains of *Bacillus thuringiensis*]. *Ahroekologichnyi zhurnal* [Agroecological journal], No. 2, pp. 117–120 (in Ukrainian).
2. Pruett C.J.H., Burges H.D., Wyborn C.H. (1980). Effect of exposure to soil potency and spore viability of *Bacillus thuringiensis*. *J. Invertebr. Pathol.*, No. 35, pp. 168–174 (in English).
3. Vasyliuk V.M., Kruhova O.D., Mandrovska N.M., Kots S.Ya. (2007). *Aktyvnist peroksydazy i katalazy u soi, inokulovanoi Tn5-mutantamy Bradyrhizobium japonicum* [Peroxidase and catalase activity in soybean, inoculated by Tn5-mutants *Bradyrhizobium japonicum*]. *Fyzyolohyia y byokhymyia kult. Rasteniy* [Physiology and biochemistry of the crops]. Vol. 39, No. 4. pp. 334–342 (in Ukrainian).
4. Rachkovskaya M.M., Kim L.O. (1980). *Izmenenie aktivnosti nekotorykh oksidaz kak pokazatel adaptatsii rasteniy k usloviyam promyshlennogo zagryazneniya* [Changes in the activity of some oxidases as an indicator of plant adaptation to the conditions of industrial pollution]. *Gazoustoychivost rasteniy* [Gas resistant plants]. Novosibirsk: Nauka Publ., pp. 117–126 (in Russian).
5. Engelgardta V.A. (1952). *Dykhatelnye fermenty* [Respiratory enzymes]. Moscow: Izd-vo inostrannoy literatury Publ., pp. 235–266 (in Russian).
6. Kandybin R.V., Patyka T.I., Yermolova V.P., Patyka V.F. (2009). *Mikrobiokontrol chislennosti nasekomykh i ego dominanta Bacillus thuringiensis* [Mikrobiokontrol of insects and dominant *Bacillus thuringiensis*]. Sankt-Peterburg, Pushkin: Innovatsionnyy tsentr zashchity rasteniy Publ., 252 p. (in Russian).
7. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P. (2001). *Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv* [Methods of testing and use of pesticides]. Kyiv: Svit Publ., 448 p. (in Ukrainian).
8. Boyarkin A.N. (1951). *Bystryy metod opredeleniya aktivnosti peroksidazy* [Quick method for determining peroxidase activity]. *Biokhimiya* [Biochemistry]. Vol. 16, No. 4. pp. 352–357 (in Russian).
9. Kryzhko A.V. (2011). «Environmental aspects of the use of *Bacillus thuringiensis* in the system of protection of potato from the Colorado potato beetle», Abstract of Doctor of Agricultural Sciences dissertation, Ecology, Kyiv, Ukraine, p. 176 (in Ukrainian).
10. Bartsler A., Kobayashi H., Broughton W.L. (2001). Rhizobial signals convert pathogens to symbionts at the legume interface. *Plant Microbiology* Abingdon: Garland Science. BIOS Scientific Publishers, pp. 19–31 (in English).
11. Graskova I.A., Kuznetsova E.V., Zhivetiev M.A. (2009). Effect of coniferous extract on potato plants. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. Vol. 5, No. 1–2, pp. 38–44 (in English).

РЕЦЕНЗІЯ

РЕЦЕНЗІЯ

на монографію академіка НААН О.І. Фурдичка «Екологічні основи збалансованого розвитку агросфери в контексті європейської інтеграції України»

Наприкінці ХХ ст. світова цивілізація свідомо змінила найважливіші акценти щодо свого виживання з проблем війни і миру на проблеми стану навколишнього природного середовища. Глави більшості країн світу визнали, що модель, за якою до цього часу розвивалися передові країни, призведе до неминучої катастрофи, оскільки інтенсивність використання природних ресурсів перевищує здатність природи до самовідновлення.

Тому вихід у світ монографії «Екологічні основи збалансованого розвитку агросфери в контексті європейської інтеграції України», напрацьованій відомим ученим у галузі агроєкології, академіком НААН О.І. Фурдичком, є своєчасним і актуальним. Ця наукова робота є значним доробком у сфері агроєкологічної науки щодо розроблення основ формування агросфери України на принципах збалансованості екологічних, економічних і соціальних чинників.

Монографія складається із шести розділів, де у логічній послідовності проаналізовано екологічні проблеми України, зокрема щодо нормативно-правової бази та її відповідності міжнародним стандартам, значення науки агроєкології як фундаментальної основи формування агросфери, стану природних ресурсів агросфери, методичних підходів до їх оцінювання та моніторингу, формування агроландшафтів, агроєкологічного і лісомеліоративного районування, екологічної безпеки, стану й розвитку сільських селітебних територій тощо. Науковий матеріал, в основному, є синтезом власних багаторічних досліджень з посиланням на сучасні наукові доробки провідних вітчизняних і закордонних учених.

Основний наголос у роботі зроблено на стані природних ресурсів, які залучено

в аграрне виробництво, їх еколого-економічній оцінці та моніторингу з використанням новітніх технологій — дистанційного зондування Землі з космосу. До розгляду пропонуються основні положення концепції формування збалансованих агроландшафтів, науково-технічної програми з моніторингу агресурсів, прогнозування їх стану для забезпечення конкурентоздатності АПК та продовольчої безпеки України тощо.

Монографія є завершеним самостійним науковим дослідженням, виконаним на актуальну тему, має наукову і практичну цінність. Результати дослідження можуть бути використані в навчальному процесі під час викладання дисциплін екологічного напрямку. Впровадження викладених пропозицій надасть можливість вдосконалити нормативно-правову базу з питань охорони навколишнього природного середовища і збалансованого розвитку, підвищити рівень екологічної безпеки аграрного виробництва та запобігти екологічним загрозам довкіллю.

Загалом, робота є результатом тривалої праці та набутого досвіду автора в царині екологічної науки, виконана і оформлена на належному рівні з використанням сучасної методології розгляду та численних прикладів для підтвердження теоретичних положень і практичних рекомендацій.

Матеріали сприймаються доволі переконливо. Вони логічно структуровані у сім основних розділів, містять необхідний перелік бібліографії, графічні і табличні матеріали.

Поліграфічне оформлення книги відповідає високим сучасним стандартам.

*Академіки НААН
А.Л. Бойко, О.Г. Тараріко*

АННОТАЦИИ

Запольский А.К.¹, Шумигай И.В.² Охрана питьевых вод от истощения и загрязнения // *Агроэкологический журнал*. — 2015. — № 3. — С. 6–15.

¹ *Житомирский агроэкологический университет*

² *Институт агроэкологии и природопользования НААН*

e-mail: innashum27@gmail.com

Рассмотрены основные экологические проблемы водных экосистем. Проанализирован гидрохимический режим рек, уделяя особую роль концентрации химических веществ и многолетним тенденциям. Было установлено влияние антропогенных факторов на гидрологический и гидрохимический режимы на участках водохранилищ и больших и малых рек, а также охарактеризованы уровень техногенной нагрузки на них. Проведена оценка экологического качества современного состояния водной системы Украины. По результатам аналитических исследований установлена обобщенная тенденция ухудшения экологического качества. Выделены бассейны малых рек с наихудшим экологическим состоянием. На основе проведенных исследований предложены меры по достижению установленных оптимальных экологических нормативов.

К л ю ч е в ы е с л о в а: водные ресурсы, поверхностные воды, подземные воды, водообеспеченность, водопотребление.

Палапа Н.В., Дребот О.И. Проблемы устойчивого развития сельских территорий в странах мира и пути их решения // *Агроэкологический журнал*. — 2015. — № 3. — С. 16–24.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: agroecology_naan@ukr.net

Рассмотрены проблемы развития сельских территорий Украины в контексте экологической ситуации в странах Европы и мира в пределах сельских территорий: депопуляция сельских населенных пунктов, миграция сельского населения, низкий уровень образования и культуры, неудовлетворительная инфраструктура и нехватка рабочих мест для сельского населения, что приводит к повышению уровня безработицы. Проанализированы социально-демографическая и экономическая составляющие правительственной стратегии развития сельских территорий. Приведено социально-экономическое положение сельских территорий зарубежных стран и действенные и актуальные пути улучшения ситуации с целью достижения их сбалансированного развития в этих странах.

К л ю ч е в ы е с л о в а: сельские территории, сбалансированное развитие, миграция населения, демографическая деградация, депопуляция сельс-

ких населенных пунктов, социально-экономическое развитие.

Лавров В.В., Стадник А.П., Житовоз А.В., Сагдеева Т.Ю., Полищук З.В. Лесные насаждения зеленой зоны г. Белая Церковь при воздействии промышленной добычи гранита // *Агроэкологический журнал*. — 2015. — № 3. — С. 25–32.

Белоцерковский национальный аграрный университет

e-mail: vitality.lavrov@gmail.com

На примере урочища Кошик зеленой зоны г. Белая Церковь охарактеризовано влияние поверхностной разработки гранита на лесные насаждения. Доказано, что в лесном массиве с приближением к карьере ухудшаются условия роста и развития дуба обыкновенного; ускоряется усыхание не только зрелых, но и дозревающих и средневозрастных дубовых насаждений. Выяснено, что в деградированных древостоев дуб первого яруса активно заменяют его лиственные спутники — осина и липа, устойчивые к негативным факторам, а также заросли боярышника и клена татарского, состояние которых является удовлетворительным. Состояние сосновых насаждений не имеет связи с удалением от карьера и больше зависит от соответствия эдафотопам. Остатки «естественного ядра» лесного массива сохранились практически неповрежденными.

К л ю ч е в ы е с л о в а: лесные насаждения, структура древостоев, гранитный карьер, зоны интенсивности воздействия, деградация древостоев.

Канивец С.В.¹, Воронко Л.Ю.², Чабовская О.И.², Глыбовец И.О.³, Коростин А.В.², Шигимага И.Л.², Щеглова А.А.² Сезонная динамика содержания нитратов в поверхностных и грунтовых водах // *Агроэкологический журнал*. — 2015. — № 3. — С. 33–38.

¹ *ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского»*

² *Харьковский филиал государственного учреждения «Институт охраны почв Украины»*

³ *Черниговский филиал государственного учреждения «Институт охраны почв Украины»*

e-mail: S.V.kanivets@gmail.com

Установлено, что в границах Харьковской возвышенной территории в колодцах и родниках, которые питаются инфильтрационными водами и расположены непосредственно в населенных пунктах или вблизи них, весной и осенью наблюдается двойное превышение ПДК нитратов (101,45 мг/дм³). Природные биоценозы рек и водохранилища путем ассимиляционной и диссимиляционной нитратредукции обеспечивают низкий уровень содержания нитратов, в противовес этому, сточные

воды населенных пунктов, в частности г. Харькова, значительно повышают концентрацию нитратов в речках и снижают интенсивность протекания процессов самоочищения. Проанализированы причины четких сезонных колебаний содержания нитратов в водохранилище и грунтовых водах. Рассмотрены механизмы превращения нитратов в поверхностных и грунтовых водах, в активном горизонте почвы и профиле зоны аэрации. Описаны особенности миграции нитрат-ионов к водоносным горизонтам и импульсивное насыщение осадочной толщи нитратами. Рекомендуются доступные мероприятия защиты окружающей природной среды. Обоснована необходимость систематических мониторинговых исследований воды.

К л ю ч е в ы е с л о в а: нитратное загрязнение, грунтовые воды, поверхностные воды, нитрификация, зона аэрации.

Клименко Н.А., Залесский И.И., Бедункова О.А., Клименко А.Н., Глаз С.Н. Пространственно-временные изменения микрокомпонентного состава вод р. Устья // *Агроэкологический журнал*. — 2015. — № 3. — С. 39–45.

Национальный университет водного хозяйства и природопользования

e-mail: bedunkovaolga@mail.ru

Осуществлено пространственно-временное сравнение микрокомпонентного состава поверхностных вод малой реки Устья на различных участках водотока. В настоящее время в микрокомпонентном составе вод преобладают элементы, характерные для местного геохимического фона. Установлено, что в створах наблюдений самым высоким в поверхностных водах является содержание Mn, Ba, Ti, Cu, V (за исключением створа № 5, 6), а также Ag. Определено, что фактор формирования микрокомпонентного спектра воды изменился из поверхностного (1994 г.) в подземный сток (2014 г.). Выяснено, что геохимическая нагрузка поверхностных вод р. Устья остается минимальным в течение 20 лет, но имеет заметные изменения на разных участках водотока.

К л ю ч е в ы е с л о в а: поверхностные воды, микрокомпоненты, геохимическая нагрузка.

Христин Ю.А., Наконечный И.В. Гидрологическое состояние и сезонная минерализация вод р. Мертвод // *Агроэкологический журнал*. — 2015. — № 3. — С. 45–52.

Николаевский национальный университет имени В.А. Сухомлинского

e-mail: nakonechniigor@mail.ru

Установлено, что проблема водного дефицита для населенных пунктов в долине р. Мертвод обусловлена значительной минерализацией речной воды, сезонные колебания которой имеют выраженное влияние на качество подземных вод

поверхностного горизонта в щебнисто-песчаных пластах. Достоверное влияние речных вод на геохимический состав и дебит воды из глубоких горизонтов в трещиноватых гранитах и гнейсах не обнаружено. Обосновано, что качеству воды несет угрозу построение частных скважин, которые открывают сток высокоминерализованных поверхностных вод в основные горизонты.

К л ю ч е в ы е с л о в а: Мертвод, минерализация поверхностного стока, подземные воды, водоносные горизонты, Южный Буг.

Рыженко Н.А., Кавецкий В.Н. Оценка фитотоксичности Cd, Zn, Cu, Pb, Co, Ni по полярности их дитизонатов и показателю LD₅₀ // *Агроэкологический журнал*. — 2015. — № 3. — С. 52–59.

Государственная экологическая академия последипломного образования и управления

e-mail: ryzhenkon@rambler.ru

Фитотоксичность тяжелых металлов (Cd, Cu, Pb, Zn, Co, Ni) предложено характеризовать по показателю LD₅₀, а физико-химические свойства — соответственно по величине полярности их дитизонатов. Обнаружена тесная связь между фитотоксичностью Cd, Cu, Pb, Zn, Co, Ni и полярностью их дитизонатов. Определение связи между дипольным моментом и другими экотоксикологическими критериями опасности тяжелых металлов, такими как мобильность, биодоступность, может быть перспективным для оценки их токсичности.

К л ю ч е в ы е с л о в а: тяжелые металлы, экотоксичная оценка, фитотоксичность, пробит-анализ, LD₅₀, загрязнение, дипольный момент, ячмень яровой.

Трускавецкий С.Р., Вяткин К.В., Шерстюк А.И. Мониторинг эрозионных процессов по данным космической съемки // *Агроэкологический журнал*. — 2015. — № 3. — С. 60–65.

ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского»

e-mail: space1975@mail.ru

Рассмотрены подходы к оценке развития эрозионных процессов на больших по площади территориях с помощью космической съемки. Отмечена возможность одновременной космической съемки и получения данных цифровых моделей рельефа в дешифровке линейных эрозионных форм и их изменения в пространстве и времени. Для своевременного предотвращения разрушения почвенного покрова водной эрозией необходимо использовать оперативные данные со спутников.

К л ю ч е в ы е с л о в а: почвенный покров, эрозионные процессы, космическая съемка, деградация, цифровые модели рельефа.

Силич И.А. Буферные свойства почв как показатель загрязнения тяжелыми металлами эдафотометрическим методом

пов Криворожской урбоэкосистемы // Агрэкологический журнал. — 2015. — № 3. — С. 65–68.

Криворожский педагогический институт ГВУЗ «Криворожский национальный университет»
e-mail: Irinysich@yandex.ru

Осуществлена оценка экологического состояния эдафотопов по буферности почвенного покрова. Установлено, что для почв Криворожской урбоэкосистемы характерными являются щелочная реакция и содержание гумуса в пределах 2%. Рассчитан суммарный показатель загрязнения почв тяжелыми металлами (Zc), что отражает интегральный эффект влияния всей группы исследуемых элементов на экологическое состояние эдафотопов. По его результатам установлена умеренно опасная категория загрязнения тяжелыми металлами — для почв Саксаганского района и допустимая категория — для всех остальных исследуемых территорий города. Полученные данные свидетельствуют о наличии в эдафотопах Криворожской урбоэкосистемы ограничительных факторов избыточного привлечения химических элементов в биологические циклы.

К л ю ч е в ы е с л о в а: почва, буферность, кислотность, гумус, тяжелые металлы.

Грынык И.В.¹, Москалец Т.З.², Москалец В.В.² Экологическая роль трибы *Triticeae* в динамике биологической активности эдафотопов // Агрэкологический журнал. — 2015. — № 3. — С. 69–76.

¹ *Институт садоводства НААН*

² *Белоцерковский национальный аграрный университет*

e-mail: moskalets78@rambler.ru

Установлено, что научно обоснованное использование побочной продукции и сидератов тритикале озимого сорта Славэтноэ в условиях полесского и лесостепного экотопов активизирует деятельность микробного разнообразия почвы и повышает продуктивность зернобобовых и крупных культур. Определено, что для черноземов типичных лесостепного экотопа оптимальным и экологически целесообразным является сочетание соломы тритикале (4–6 т/га) и N₆₀, а для дерново-подзолистых почв полесского экотопа — соломы (4–6 т/га) и N₉₀, что обеспечивает высокую активность микроорганизмов почвы — мобилизует азотофильную микробиоту и мобилизует целлюлозоразрушающую микрофлору.

К л ю ч е в ы е с л о в а: научно обоснованные элементы технологии, экологичное состояние эдафотопов, продуктивность агрофитоценозов.

Деревянский В.П. Производительность сои в зависимости от мер защиты растений // Агрэкологический журнал. — 2015. — № 3. — С. 76–82.

Хмельницкая государственная сельскохозяйственная опытная станция Института кормов и сельского хозяйства Подолья НААН
e-mail: 1_vera_2006@mail.ru

Приведены результаты многолетних исследований видового состава сорняков и их вредности в фитоценозе сои. Выявлен комплекс мер защиты, способствующие уменьшению численности и вредности сорняков в посевах культуры.

К л ю ч е в ы е с л о в а: фитоценоз сои, сорняки, вредоносность, гербициды, производительность сои.

Турина Е.Л., Дидович С.В., Кулинич Р.А., Дидович А.Н. Влияние комплексной инокуляции семян на грунтовую микрофлору агрофитоценозов зернобобовых культур // Агрэкологический журнал. — 2015. — № 3. — С. 82–87.

Институт сельского хозяйства Крыма НААН
e-mail: schigortsovaelena@rambler.ru

Обоснована возможность интенсификации микробиологических процессов в ризосфере чернозема южного на разных стадиях онтогенеза бобовых культур благодаря интродукции гетеротрофных и автотрофных микроорганизмов. Применение полифункциональных микробных препаратов влияет на коэффициенты минерализации, олиготрофности и микробиологической трансформации органического вещества, однако интенсивность этих процессов зависит от инокулята. Применение микробных препаратов повышает производительность семян бобовых и содержание сырого протеина в семенах.

К л ю ч е в ы е с л о в а: микробные препараты, бобовые растения, грунтовые микробиологические процессы, структура урожая.

Заименко Н.В., Дидык Н.П., Элланская Н.Э., Павлюченко Н.А., Юношева Е.П., Закрасов А.В., Росицкая Н.В. Перспективы применения экзометаболитов микромицетов и анальцима для защиты растений капусты от фузариоза // Агрэкологический журнал. — 2015. — № 3. — С. 87–92.

Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины

e-mail: natasha_didyk@mail.ru

При исследовании микробного взаимодействия в почвенной среде установлено высокое антифунгальное действие культуральной жидкости *Penicillium roseopurpureum* на фитопатогенные грибы рода *Fusarium* и иммуностимулирующие свойства наноматериала анальцим. Установлен эффект потенцирования при совместном применении анальцима и культуральной жидкости *P. roseopurpureum* для защиты растений капусты от поражения фузариозом.

К л ю ч е в ы е с л о в а: анальцим, *Penicillium roseopurpureum*, капуста, проростки, микробо-

ценоз, биохимические и аллелопатические свойства почвы.

Бойко А.Л.^{1,2}, Опрышко Н.А.¹, Цвигун В.А.¹, Орловская Г.М.² Диагностика семенной вирусной инфекции овощных культур // Агроекологический журнал. — 2015. — № 3. — С. 93–97.

¹ *Институт агроэкологии и природопользования НААН*

² *Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко*

e-mail: galynaorl@ukr.net

Установлен показатель зараженности семян коммерческих сортов томата съедобного (*Lycopersicon esculentum* Mill.), перца овощного (*Capsicum annuum* L.) и баклажана синего (*Solanum melongena* L.) вирусными патогенами. Наибольшее содержание антигенов вируса огуречной мозаики детектировалось у томатов сортов Де-Барао красный, Яблонька России, перца Анастасия, Сладкий пастух, баклажана Алмаз. В семенах томата сорта Де-Барао красный и перца сорта Ротонда обнаружено антигены вируса мозаики томатов. Установлено, что наличие вирусной инфекции не влияло на лабораторную всхожесть, но снижало энергию прорастания и силу роста семян.

К л ю ч е в ы е с л о в а: вирусы, иммуноферментный анализ, посевные качества семян, пасленовые, проросток, зародыш.

Щетинина А.С.¹, Харина А.В.¹, Перебойчук О.П.², Будзанивская И.Г.¹ Серологическая диагностика Х-вируса хосты у растений рода *Hosta* Tratt. // Агроекологический журнал. — 2015. — № 3. — С. 98–102.

¹ *ННЦ «Институт биологии» Киевского национального университета имени Тараса Шевченко*

² *Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины*

e-mail: ns_mike@ukr.net

Установлено, что в экологических условиях Украины существует Х-вирус хосты. Методом ОТ-ПЦР были проведены его выделение, очистка и получена специфическая диагностическая сыворотка. Обоснована необходимость ограничения передачи этого патогена (в 2013 г. вирус занесен в реестр ожидания на включение в перечень карантинных возбудителей Европейской ассоциации по защите растений — ЕРРО) способом ранней диагностики и проверки посадочного материала.

К л ю ч е в ы е с л о в а: Х-вирус хосты, *Hosta* Tratt., диагностическая сыворотка, ранняя диагностика.

Гулай А.В. Биологическая активность растений рода *Lemna* по отношению к патогенным бактериям // Агроекологический журнал. — 2015. — № 3. — С. 102–107.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: ol.gulay@rambler.ru

Изучена биологическая активность растений рода *Lemna* на популяциях патогенных бактерий *Erysipelothrix rhusiopathiae*. Установлено, что прижизненные выделения растений рода *Lemna* осуществляют стимулирующее действие на бактерии *E. rhusiopathiae*, а интенсивность влияния зависит от уровня разведения растительных выделений. В условиях пресноводных экосистем в формациях растений *Lemna trisulca*, *Lemna minor* и *Spirodela polyrrhiza* могут складываться благоприятные условия для существования патогенных бактерий *E. rhusiopathiae*, что необходимо учитывать при осуществлении хозяйственной деятельности.

К л ю ч е в ы е с л о в а: *Lemna trisulca*, *Lemna minor*, *Spirodela polyrrhiza*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*.

Глуценко Л.А., Старовойтова М.Ю. Экологические особенности потенциально сырьевых лекарственных растений мезогенеробных экотопов рек бассейна Сулы // Агроекологический журнал. — 2015. — № 3. — С. 107–112.

Опытная станция лекарственных растений Института агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: l256@ukr.net

Установлено, что 53 вида лекарственных растений являются потенциально сырьевыми в пределах мезогенеробных экотопов Полтавской и Сумской областей. Ресурсный потенциал 87 видов лекарственных растений определяется как природными условиями, так и действием антропогенного фактора. Определены основные факторы влияния на ресурсы лекарственных растений мезогенеробных экотопов, крупнейшим из которых является нарушение гидрологического режима. Данные изменения приводят к потере ресурсной значимости потенциально сырьевых видов, темпы которой зависят от степени изменения условий роста и стресс-адаптивных свойств растений. Исследование их экологических особенностей является основой для разработки режимов устойчивого использования и охраны.

К л ю ч е в ы е с л о в а: бассейн р. Сула, дикорастущие лекарственные растения, мезогенеробные экотопы, потенциально сырьевые виды.

Чабанюк Я.В., Бунас А.А., Бровко И.С., Мазур С.А. Экологическое оценивание пестицидов и агрохимикатов по влиянию на мезофауну // Агроекологический журнал. — 2015. — № 3. — С. 113–119.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: nauka25@ukr.net

Оценено влияние коммерческих препаратов пестицидов на репродуктивную функцию представителей почвенной мезофауны *Eisenia fetida* с помощью молекулярно-генетических методов COMET и TUNEL. При использовании метода COMET гербициды Примекстра Голд и Гезагارد нарушали структуру ДНК на 79 и 65% от общего количества исследуемых клеток соответственно, в образцах с применением препарата Харнес доля клеток с поврежденной ДНК составляла 45%, а препарата Раундап — 15%. С помощью метода TUNEL установлено, что исследуемые препараты — Примекстра Голд, Гезагарт, Харнес и Раундап обусловили фрагментацию ДНК клеток дождевых червей на 81, 67, 42 и 13% от общего количества соответственно.

К л ю ч е в ы е с л о в а: почвенная мезофауна, *Eisenia fetida*, метод COMET, метод TUNEL, фрагментация ДНК.

Новицкий В.П., Ландин В.П., Мацборук П.В. Влияние лисицы обыкновенной на численность охотничьей фауны агроландшафтов Лесостепи Украины // *Агроэкологический журнал*. — 2015. — № 3. — С. 119–123.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: bivers83@mail.ru

Выяснена динамика численности охотничьей фауны агроценозов Центральной Лесостепи Украины. Выявлены корреляционные связи в системе «хищник — жертва». Подтверждено негативное влияние лисицы обыкновенной на популяцию зайца-русака и куропатки серой. Установлен порог плотности лисицы обыкновенной, после превышения которого численность хищника становилась ограничительным (лимитирующим) фактором в популяции фазана кавказского.

К л ю ч е в ы е с л о в а: лисица обыкновенная, охотничья фауна, агроценозы, динамика популяций.

Дмитрук А.М. Влияние биопрепаратов Биополицид и Азотофит на рост и развитие растений томатов // *Агроэкологический журнал*. — 2015. — № 3. — С. 124–126.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: agroecology_naan@ukr.net

Установлено, что микроорганизмы-агенты биопрепаратов Биополицид и Азотофит способствуют росту и развитию проростков растений томатов сорта Раиса. При обработке семян томата биопрепаратом Биополицид отмечено его стимулирующее действие на развитие корневой системы — до 33,3%, что является важным показателем для дальнейшего роста растений томата в условиях закрытой почвы. Биопрепарат Азотофит способство-

вал развитию корневой системы растений томата только на 18,9%.

К л ю ч е в ы е с л о в а: томаты, семена, энергия прорастания, биопрепараты.

Дементьева О.И. Реакция гибридов кукурузы различных групп спелости в зависимости от качества поливной воды // *Агроэкологический журнал*. — 2015. — № 3. — С. 127–132.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: o-dementeva@mail.ua

Рассмотрена целесообразность выращивания новых отечественных гибридов кукурузы различных групп спелости на темно-каштановых почвах Ингулецкого орошаемого массива при использовании поливной воды II класса (ограниченно пригодной для орошения), согласно действующим ДСТУ 2730-94, и Краснознаменского орошаемого массива — при использовании воды I класса (пригодной). Приведены данные о качестве оросительной воды этих систем. Урожайность зерна гибридов кукурузы различных групп спелости исследованы в зависимости от удобрений, мелиорантов, количества и качества поливной воды. Установлена рациональность использования и окупаемость 1 м³ воды урожаем зерна разных исследуемых гибридов.

К л ю ч е в ы е с л о в а: оросительная система, минерализация воды, плодородие почвы, урожайность зерна, суммарное водопотребление, коэффициент водопотребления, коэффициент эффективности орошения, окупаемость поливной воды.

Крыжановский А.Б. Ферментативная активность листьев яблони под влиянием штаммов *Bacillus thuringiensis* и Конфидор экстра // *Агроэкологический журнал*. — 2015. — № 3. — С. 133–136.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: andrew.506@rambler.ru

Исследовано влияние биопрепаратов инсектицидного действия на основе штаммов *Bacillus thuringiensis* и химического инсектицида Конфидор Экстра на ферментативную активность листьев яблони. Установлено, что биопрепараты положительно влияют на ферментативную активность, следовательно, и на физиологическое состояние растений благодаря укреплению ее антиоксидантной системы и фитоимунитету. Обработка яблони Конфидором Экстра не имела существенного влияния на пероксидазную и полифенолоксидазную активность, а ее показатели были на уровне контроля.

К л ю ч е в ы е с л о в а: *Bacillus thuringiensis*, яблоня, ферментативная активность, Конфидор Экстра.

ABSTRACT

Zapolskiy A.¹, Shumyhay I.² Protection of drinking water from depletion and pollution // Agroecological journal. – 2015. – No. 3. – P. 6–15.

¹ *Zhytomyrskyy University of Agriculture and Ecology*

² *Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

e-mail: innashum27@gmail.com

Humanity consumes their needs huge amounts of fresh water. Its main customers are industry and agriculture. Even now, the lack of fresh water are experiencing not only the territory of that nature cheated water resources, but also many regions, more recently, been considered free in this respect. Limited freshwater supplies further reduced because of their pollution. Water quality of most water bodies of Ukraine does not meet the regulatory requirements. Small rivers polluted countries in order of magnitude greater than great. Status of water sources and centralized water supply systems cannot guarantee the required quality of drinking water, and in some regions this state reached dangerous levels for human health. Pollution affects not only the surface but also groundwater. Groundwater's after the other elements of the environment are experiencing polluting impact on human activities. Now the problem of ecological status of water bodies is relevant for all watersheds. To improve the surface water should develop and implement specific measures. Also important is the introduction of modern efficient system of groundwater from the negative influence of technology and rehabilitation areas of greatest contamination.

Key words: water resources, superficial water, are underground water, water supply, water consumption.

Palapa N., Drobot O. Problems of sustainable rural development in foreign countries and ways of their solutions // Agroecological journal. – 2015. – No. 3. – P. 16–24.

Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

e-mail: agroecology_naan@ukr.net

In the article the problems of rural areas both Ukraine and other countries are examined. The main problems include a steady decline in population, migration, weakening agricultural sector production, pollution, unsustainable land use and so on. In Ukraine the development of rural areas is characterized by complex imbalance. Both in Ukraine and Europe one of the main problems of sustainable rural development is a process of depopulation of rural population due to the search for better conditions for life and employment. According to studies, up to 2030 increase of the urban population of Europe is projected almost by 80%, thus reducing the rural population to

20%. However, not all European village characterized by negative trends in their development, and this applies mostly populated areas of eastern and southern Europe, which is still experiencing economic, social and political crisis after the collapse of the Soviet Union. With this in mind, in 1989 the small rural community of European countries together addresses common problems of rural development. This year was officially registered in their activities, called the «European Charter of rural communities.» It analyzes the negative and positive aspects of living on rural areas. Thus, the positive ones are accommodation in the village is safer and more relaxed than in the city; lower price of residence; better quality of life; good social security in most cases; a safe environment; negative ones are, first of all, less supply of jobs and opportunities for leisure and cultural development; lower wages and poor educational services and technical support. Thus, the negative trend of sustainable development is characteristic to a greater or lesser extent in all countries. Possible solutions to this problem may be the policy of innovation management in the management of rural areas.

Key words: rural development, sustainable development, migration of population, demographic degradation, depopulation of rural areas, socio-economic development.

Lavrov V., Stadnyk A., Zhytovozy A., Sagdeev T., Polishchuk Z. Forest plantations in green zone of the town of Bila Tserkva under the influence of granite industrial extraction // Agroecological journal. – 2015. – No. 3. – P. 25–32.

Bila Tserkva National Agrarian University

e-mail: vitaliy.lavrov@gmail.com

Using tract «Koshyk» as an example, the influence of surface granite quarry on the forest plantations is described. It is shown that in a forest, approaching career, conditions of growth and development of oak deteriorate. The drying maturing and middle-aged oak stands, as well as ripe trees, accelerate. In degraded stands oak trees are actively changed by their leafy companions that more resistant to negative factors. Aspen and linden trees capture destroyed edges and sparse forests; hawthorn thickets and Tatarian maple spread. Oak begins to dry up in 75 years in favorable conditions of forest type «fresh hornbeam oakwoods». Intensive influence is manifested within a radius of 70–590 m (area of zone is 28 ha; all trees dry out), average – 990–2260 m (severely weakened stands on an area of 127 ha; a zone covers 72% of the dry oakery in tract, area of 73 ha); low impact (weakened forest stands without the deadwood) – up to 1530 m from the quarry and covers a peripheral strip of the tract (32 ha). The most degraded is a stripe of the forest up to 25–45 m wide along the northern edge of the quarry. This is the highest location that probably the most acutely suffer from desiccation of soil due to pumping

water from the quarry. Withering trees and transformation of phytocenosis are most activated here, one third of the trees has dry tops up to 15 m³/ha (13% of the stock of oak on the plot). The state of growing companion species of oak and other types of trees is much better. The state of pine stands has no connection with the removal from the career and more dependent on compliance with edafotop. The remains of «natural core» forest preserved almost healthy. In the future we should expect the two scenarios of the situation. In the best case, changing of prevailing of oak on his companions will take place, and also aspen — on edges and sparse forest that will form a maternal tent. In the worst case scenario, fragmentation of forest stands and turning them into bushland, biological groups of adventive forms or sparse forest will increase. Consequences will depend on the efficiency of anthropogenic impact on the tract. In fact withering of oak and other species is educed near recreation facilities: health camp, riverside, enterprise «Cooperative «Niva». For more detailed estimation of recreagenic effects it is expedient to continue research of this territory.

Key words: forest, the structure of forest stands, granite quarry, zones of the intensive impact, degradation of stands.

Kanivets S.¹, Voronko L.², Chabovska A.², Glybovets I.³, Korostin O.², Shyhymaha I.², Shcheglova A.² Seasonal dynamics of nitrates contents in the superficial and ground waters // *Agroecological journal*. — 2015. — No. 3. — P. 33–38.

¹ *National Scientific Center «Institute of Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovskiy»*

² *Kharkiv branch of State Institution «Institute of Soil Protection of Ukraine»*

³ *Chernihiv branch of State Institution «Institute of Soil Protection of Ukraine»*

e-mail: S.V. Kanivets@gmail.com

It was established that within the Kharkiv highland area in wells and springs that are fed with infiltrated waters and placed directly into or near the towns in spring and autumn there is a double excess of the MCL of nitrates (101.45 mg/dm³). Natural biocenosis of rivers and reservoir by anabolic and dissimilation nitrate reduction provide low level of nitrate eutrophication (0.42–1.44 mg/dm³). But sewage of towns in particular Kharkiv significantly increase nitrate content in rivers (till 22.88 mg/dm³) and decrease the intensity of self-cleaning processes passing. The reasons of accurate season fluctuations of nitrate content in reservoir and soil waters were analyzed. The mechanisms of nitrate conversion in surface and soil waters and in active soil layer and aeration zone profile were considered. The peculiarities of nitrate-ion migration to aquifers and impulsive nitrate saturation of sedimentary overlap were highlighted. Available environmental protection is recommended. The necessity of systematic monitoring research of water is justified.

Key words: nitrate eutrophication, soil waters, surface waters, nitrification, aeration zone.

Klimenko N., Zaleski I., Bedunkova O., Klimenko A., Glaz S. Spatio-temporal changes of the micro-compositional contents of the Ustyia river waters // *Agroecological journal*. — 2015. — No. 3. — P. 39–45.

National University of Water Management and Nature Resources Use

e-mail: bedunkovaolga@mail.ru

Comparison of microcomponent composition of surface waters of Ustyia river was done in different parts of the watercourse. It was revealed that the factor of formation of its spectrum changed from the surface in 1994 on the underground flow in 2014. In the modern part of the micro component composition of water microelements which are characteristic of the local geochemical background prevailed. The highest content in surface waters were Mn — from 70 to 500 g/dm³ of alignments observations; Ba 80–180 g/dm³; Ti 10–50 g/dm³; Cu 5–35 g/dm³; V 1–23 g/dm³ and Pb 1.5–8 g/dm³ (except alignments No. 5, 6); Ag 0.1–2.3 g/dm³. Micro component composition of water in 1994 was characterized by a great variety of items. Comparative analysis of the total water pollution index shows that geochemical study of surface water load of the river remains minimal for 20 years, but has noticeable fluctuations in different parts of the watercourse. For example, in 1994 the rate of excess of background values was highest for Ni, an average for the river was 22.5 times with fluctuations of alignments of 0.2 (target No. 8) to 133.3 times (stvor No. 10). In 2014, the rate of excess of background values was highest for Cr, on average, for the river is 10.9 times with variations on alignments of 1.6 (target No. 5) to 13 times (target No. 3).

Key words: surface water, microcomponents, geochemical load.

Khrystych Y., Nakonechny I. Hydrological condition and seasonal salinity of the Mertvovid river waters // *Agroecological journal*. — 2015. — No. 3. — P. 45–52.

Nicholas National University VA Sukhomlinsky

e-mail: nakonechniigor@mail.ru

The problem of water shortage for the settlements in the Mertvovid valley is caused by significant mineralization (2500 mg/dm³) of river and ground waters which is determined by washing of magnesium, sodium, potassium, calcium compounds out of rocks of the Ukrainian Shield's south edge. Besides, the Mertvovid river water is characterized by significant seasonal variations in mineralization rate (18.0–35.3% of average value) influencing the quality of groundwater of surface horizon (8–9 m) in sandy cobble layers. A significant effect of the river water on geochemical characteristics and discharge of water from deep horizons (36–96 m) in fractured granites and gneisses is not revealed. Deep groundwater wells (63–99 m) give the highest quality drinking water (salinity of 0.8–

0.9 g/l), but their remote location from the objects of water delivery (5–7 km) and relatively low flow rate (0.2–0.3 m³/s) as well as the consumption power of objects and relatively limited reserves make it impossible to fully provide drinking water to residents of the urban village Brats'ke. Other sources of water — the river, wells, a pond, the pond in the valley of Mertvovid river — directly depend on the river highly mineralized water and are not suitable for drinking and irrigation use. The only alternative source of water supply for drinking water is the accumulation of surface runoff on conditions of its location outside the river valley and implementation of additional antibacterial refining. The quality of groundwater in deep layers is under threat for the reason of private wells constructing, which leads to drainage of highly mineralized surface water to the main level. This requires tighter restraint on the number and location of new wells.

Key words: Mertvovid river, mineralization of surface runoff, groundwater, aquifers of the Southern Buh left bank area.

Ryzhenko N., Kavetsky V. Evaluation of Cd, Zn, Cu, Pb, Co, Ni phytotoxicity by the polarity of their dithionates and the indicator LD₅₀ // Agroecological journal. — 2015. — No. 3. — P. 52–59.

State Environmental Academy of Postgraduate Education and Management

e-mail: ryzhenkon@rambler.ru

The new approach of the assessment of metals phytotoxicity by using LD₅₀ and dipole moment of Cd, Zn, Cu, Pb, Co, Ni compounds with diphenylthiocarbazon (ditizone) was presented. In this paper we investigate the using of probit analysis for Heavy Metals, namely Pb, Cd, Cu, Zn, Co, Ni, hazard assessment in turf-podzol sandy loam soil and chernozem soil in the presence of impact pollution. We also investigate the polarity of heavy metals dithionates. The polarity of metals dithionates is described by dipole moment (μ). We supposed that polarity of heavy metals dithionates could have close connection with phytotoxicity. The aim of study was to determine the link between heavy metals phytotoxicity and heavy metals polarity. We applied «doze-effect» model to obtain the ranking of the metals according to their phytotoxicity in spring barley field. We offered to estimate the phytotoxicity by LD₅₀ index. The most phytotoxicity metal was Cd. We obtained the following ranking of the metals Cd > Cu > Ni > Co > Pb > Zn (turf-podzol sandy loam soil) and Cd > Cu > Ni > Co > Zn > Pb (chernozem soil) according the value of LD₅₀. The least dipole moment (μ) had also Cd. The tight correlation between heavy metals phytotoxicity and their polarity (μ) was obtained (R² 0.74–0.77). We obtained the following ranking of the metals Cu > Cd > Ni > Co > Pb > Zn according the value of polarity (μ). Experimental data were obtained during the period of 1999 to 2006. Therefore, further investigation of influence substances polarity on their toxicity, bioavailability, and mobility can be prominent. Our findings are relevant to estimating

the metal hazard and controlling the condition of the crop growth.

Key words: heavy metals, probit analysis, ecological assessment, LD₅₀, pollution, dipole moment, barley plants

Truskavetskiy S., Vyatkin K., Sherstiuk A. Monitoring of erosion processes according to the data of satellite observations // Agroecological journal. — 2015. — No. 3. — P. 60–65.

National Scientific Center «Institute of Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovskiy»

e-mail: space1975@mail.ru

The article considers approaches to erosion processes assessment on large areas with the use of satellite survey. The paper describes the capabilities of satellite image time series and digital elevation models data for distinguishing linear erosion forms and for investigating their special changes over time. Areas with the highest erosion risk in the Ukrainian forest-steppe left-bank south-eastern agricultural province were chosen as the test fields for the research. These territories were represented by chernozem soils with different levels of erosion. Increased erosion rates prompted to use operational satellite imagery data. Therefore the objective of the research was to determine the possibilities of satellite imagery for soil erosion monitoring of large areas for a period of several years and to create a cartogram of erosion risk levels based on remote sensing data and a digital elevation model. Horizontal partition of the territory was calculated from time-series of Landsat images to monitor the development of soil erosion processes over time. The joint use of Landsat imagery and SRTM data enabled the accurate identification of linear erosion forms and, accordingly, a more precise calculation of the horizontal partition. The growth rate of horizontal partition was calculated in GIS based on satellite images of 1984 and 2003 in order to evaluate the erosion development during the last 20 years. Acquired indicator allowed assessing erosion risk of the researched area. The article notes that the use of satellite data is essential for timely prevention of the destruction of soil cover by water erosion. Based on satellite imagery it is possible not just to determine current soil erosion rates and volumes but also to carry out prognosis for several years ahead.

Key words: soil cover, erosion processes, satellite imagery, degradation, digital elevation models, status assessment.

Silich I. Buffer properties of soils as an indicator of edaphotopes contamination by heavy metals of Kryvyi Rih urboecosystem // Agroecological journal. — 2015. — No. 3. — P. 65–68.

Kryvyi Rih Pedagogical Institute «Kryvyi Rih National University»

e-mail: Irinysich@yandex.ru

Soil buffer capacities influence reduction of their sensitivity concerning infringement of physical and chemical quality indices. That's why buffer capacities of soil covering must be taken into consideration while evaluating ecological state of edaphotops. The territories of five regions are taken for our research: Zhovtneviy, Saksahanskiy, Ternivskiy, Dzerzhynskiy and Inhuletskyi. The conditional checking point takes place in the suburbs of the village Oleksandrivka, Dolynskiy region, Kirovohrad region. Preparation and research of soil samples were carried out according to the standard methods. All the researches were carried out three times. The received results were worked up by the methods of variational statistics at the level of $P \leq 5\%$. As a result, it was determined that alkali reaction and humus content is within the limits of 2% for Kryviy Rih urboecosystem. We determined a total indicator of soil pollution by heavy metals (Z_c), that reflects a complex influence effect. This indicator was calculated according to the indicators of background plot and normative data of LAC. As a result, the most polluted region is Saksahanskiy, and the lowest level of pollution takes place in Zhovtneviy region. The received data are evidence of a barrier system in the edaphotops of Kryviy Rih urboecosystem. This barrier system limits redundant involvement of chemical elements into biological cycles.

Key words: soil, buffering, acidity, humus, heavy metals.

Grynyk I.¹, Moskalets T.², Moskalets V.² The ecological role of the tribe Triticeae in the dynamics of biological activity of edaphotopes // Agroecological journal. — 2015. — No. 3. — P. 69–76.

¹ *Institute of Horticulture Ukraine of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

² *Belotserkovskiy national agrarian university*

e-mail: moskalets78@rambler.ru

On leguminous plants and grain crops sowings use of green mass (2.5 t/ha) with winter triticale on the background of a complex of mineral nitrogen fertilizer in dose (NPK)₃₀₋₆₀ and pre-processing of active strains of associative nitrogen fixers (Diazobakterin) improves fertilizer. The effectiveness of prolonged action complex application of straw and cellulolytic activity of soil — by 18 and 29% reduction in the soil phytotoxic activity — by 26 and 43% and an increase in crop yields — 0.5 and 0.8 t/ha as compared to the control without green manure triticale and nitrogen fertilizers in a dose of N₆₀ and N₉₀ marked on soybeans varieties Estuary, as evidenced by a significant ($P = 0.95$) increase of leaf area, nodulation ability Legume-Rhizobium system and crop yields. For chernozems of typical Forest-Steppe ecotope optimal and environmentally expedient is a combination of triticale straw (4.6 t/ha) and N₆₀, and for sod podzolic soils of Polissya ecotope — straw (4.6 t/ha) and N₉₀, which provides high microbial soil activity.

Key words: scientifically substantiated elements of technology, the ecological state of soil, productivity agrophytocenosis.

Derev'yanskyy V. Soybean performance depending on the protective measures application // Agroecological journal. — 2015. — No. 3. — P. 76–82.

State Agricultural Experimental Station Institute of Feed and Agriculture Podillya of National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine

e-mail: 1_vera_2006@mail.ru

The results of many years of research hazard weed species composition in soybean crops are given. A range of protection measures that help to reduce the number of weeds in crops are revealed. Examination of experiments and farms located in the Right-bank Forest-steppe found that the arable soil layer has an average of 400 million pcs./ha to 3.8 billion. pcs./ha seeds of annual weeds. The ground seeds of annual weeds are prevailing that make up 87–90% of the total. More than two-thirds of arable land has increased dramatically the level of weed-infested debris and perennial weed species that make particularly high harmfulness. First of all, they are pink thistle, sow-thistle yellow thistle garden, couch, field bindweed and others. We studied the formation of species composition of weeds in soybean crops. Observations have found that soy is littered with 65 weed species of different biological groups. The dominant among them are 42 species. In average during years of observations, we counted 133.4 weeds on 1 m² with their weight 1997.5 g/m², including annual cereals — 59.5% and dicotyledonous — 40.5%.

Key words: Harmfulness, weeds, agriculture, herbicides, performance.

Turina O., Didovych S., Kulinich R., Didovych A. The influence of complex seed inoculation on soil microflora of leguminous crops agrophytocenosis // Agroecological journal. — 2015. — No. 3. — P. 82–87.

Institute of Agriculture of Crimea of NAAS of Ukraine

e-mail: schigortsovaelena@rambler.ru

The influence of pre-sowing treatment seeds by microbial preparations on the basis of effective heterotrophic (nodulating, growth-promoting and phosphate mobilizing microorganisms, and microorganisms-antagonists of the phytopathogenes) and phototrophic microorganisms (cyanobacteria) on changes of microbial cenoses and its functional structure (the number of the main ecological trophic groups of microorganisms, ratios of a mineralization, oligotrophic and microbiological transformation of organic substance) and seed productivity of pea plants, peavine and lentil in the cultivation in the steppe zone of Crimea were investigated in this work. Possibility of an intensification of soil microbiological processes in the rhizosphere of the chernozem southernnat different stages of ontogenesis of legumes at the expense of an introduction the heterotrophic and phototrophic microorganisms were proved. Application of poly-functional microbial preparations affects ratios of mineralization, oligotrophic and microbiological transformation of organic substance, but intensity

of these processes was different depending on preparations. Besides, application of microbial preparations increases seed productivity of legumes by 0.2–0.6 t/ha (29–78%) and contents of protein in seeds by 1.7–7.1%. Studies in 2014 were financially supported by Russian Foundation for Basic Research (RFBR) and the Republic of Crimea, grant 14-4401621.

K e y w o r d s: microbial preparations, legumes, soil microbiological processes, structure of a yield, seeds productivity.

Zaimenko N., Didik N., Ellanska N., Pavlyuchenko N., Yunosheva A., Zakrasov O., Rosicka N. Prospects of exometabolites of micromycetiae and analcite application for cabbage plant protection from fusariosis // *Agroecological journal*. — 2015. — No. 3. — P. 87–92.

M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine

e-mail: natasha_didyk@mail.ru

The high antifungal influence of cultural medium of *Penicillium roseopurpureum* on phytopathogenic fungi of *Fusarium* genus and immunomodulating properties of analcite nanomaterial was shown. Sharp decrease in phytotoxicity after application of cultural medium of *P. roseopurpureum* both separately and together with analcite by direct bioassay method and analysis of allelopathic activity of hydrophilic substances of soil was established. Cytostatic effect of hydrophilic soil substances in the presence of *Fusarium micromycetes* was found, which disappeared after preliminary treatment of cabbage seed of the above-mentioned cultural medium. There was also increase in proliferation under its joint action with analcite. Application of cultural medium of *P. roseopurpureum* both separately and together with analcite increased values of redox potential and reduced content of free phenolic compounds in the soil, that promoted improving conditions for humification and nutrient regime. The synergistic enhancement of the effect size for the combined application of cultural medium of *P. roseopurpureum* and analcite for protection of cabbage plants against fusariosis was established. It is shown that investigated substances stimulate the accumulation of flavonoids and catalase activity in leaves of cabbage seedlings, which may partly explain their protective effect.

K e y w o r d s: analcite, *Penicillium roseopurpureum*, cabbage, seedlings, micrococcosis, biochemical and allelopathic properties of soil.

Boyko A.^{1,2}, Opryshko N.¹, Tsvigun V.¹, Orlovskaya G.² Diagnosis of seed viral infection of vegetable crops // *Agroecological journal*. — 2015. — No. 3. — P. 93–97.

¹ *The Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

² *Taras Shevchenko National University of Kyiv*
e-mail: galynaorl@ukr.net

The present study was designed to determine the presence of viral antigens in seeds of various cultivars of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), paprika (*Capsicum annuus* L.), eggplant (*Solanum melongena* L.). Research was conducted using commercial cultivars of Solanaceae seeds of 3 firms: «Semena Ukrainy», «Flora market» and «Vesna». The results of this investigation showed that the Cucumber mosaic virus (CMV) had the highest dispersion. There were cultivars of tomato «De-Barao KrasnyY», «Yablunka Rossii», paprika «Anastasia», «Sladkiy pastuh», eggplant «Almaz». CMV was identified both in the embryo, and on the seed surface structures. Tomato mosaic virus (ToMV) was identified in seeds of paprika cultivar «Rotunda», tomato «De Barao Krasny». The impact of phytoviruses on sowing qualities of infected seeds was examined. The study found that viral infection had no impact on laboratory germination, but decreased seed vigor and germinative power. The deformation of leaves and their lag in growth were observed between infected and healthy seeds.

K e y w o r d s: viruses, ELISA, sowing qualities of seeds, solanaceous, seedling, embryos.

Shchetynina G.¹, Kharina A.¹, Pereboychuk O.², Budzanivska I.¹ Serological diagnosis of *Hosta Virus X* in plants of *Hosta* Tratt. genus // *Agroecological journal*. — 2015. — No. 3. — P. 98–102.

¹ *Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute of Biology*

² *M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine*

e-mail: ns_mike@ukr.net

Hostas are popular shade plants. Gardeners love these plants for their wide range of sizes, textures and colors. Hostas are usually easy to grow. Viruses are an emerging and important issue in growing hostas and HVX is generally considered to be the most economically important virus infecting hostas. Despite the observation of virus like disorders on hosta plants the occurrence of HVX in Ukraine has not been investigated. Considering this, collection of hostas maintained in M. Gryshko's National Botanical Garden (NAS of Ukraine) was investigated for the presence of this virus. Here we describe the necessity of timely diagnostics of HVX. In this work, *Hosta virus X* has been discovered and isolated. Rabbit polyclonal diagnostic antiserum specific to HVX has been generated. Available collections of hosta plants have been screened for HVX. HVX was found in 5 of the 21 varieties examined. As HVX has had a significant economic impact on hosta growers and can be easily spread the EPPO Secretariat added this virus to the EPPO Alert List in August 2013 (EPPO Reporting Service, 2013). So it is necessary to take measures to reduce the spread of HVX. The use of ELISA or PCR for routine screening of plants can help detect infection before it becomes a major problem. Early detection is critical so that infected plants can be removed from collections, preventing further distribution of the virus.

Key words: *Hosta virus X*, *Hosta* Tratt., diagnostic antiserum, routine screening.

Gulay A. The biological activity of the plants of *Lemna* genus against pathogenic bacteria // Agroecological journal. — 2015. — No. 3. — P. 102–107.

The Institute of Agroecology and Environmental Management of National Ukrainian Academy of Agrarian Sciences

e-mail: ol.gulay@rambler.ru

The biological activity of the *Lemna* plant genus was studied in the populations of *Erysipelothrix rhusiopathiae* pathogenic bacteria. Aqueous solutions of in vivo secretions of *Lemna* plant genus were sterilized by vacuum filtration through the filters with pore diameter of 0.2 microns. After adding *E. rhusiopathiae*, the samples under study contained the secretions of *Lemna* plant genus in 1:10, 1:100, 1:1000 and 1:10000 dilutions. As a method of control, sterile water from the water supply was used in a volume similar to the samples, in which the same amount of *E. rhusiopathiae* was added. After a 48-hour exposure, the test samples were taken to determine the density of bacterial populations. It has been established that lifetime secretions of the *Lemna* plant genus have a stimulating effect on *E. rhusiopathiae* bacteria. The degree of this impact is directly dependent on the level of diluting plant secretions. In the freshwater ecosystems, the formations of *Lemna trisulca*, *Lemna minor* and *Spirodela polyrrhiza* plants may create favorable conditions for the existence of *E. rhusiopathiae* pathogenic bacteria which must be taken into account in the process of economic activity.

Key words: *Lemna trisulca*, *Lemna minor*, *Spirodela polyrrhiza*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*.

Glushchenko L., Starovoitova M. Ecological features of potentially raw herbs of mezo-generobic ecotypes of Sula basin rivers // Agroecological journal. — 2015. — No. 3. — P. 107–112.

Research Station of medicinal plants Institute of Agroecology and Natural Resources NAAS of Ukraine

e-mail: l256@ukr.net

It has been established that 53 species of medical plants are potentially raw among ecotopes of Poltava and Sumy regions. The resource potential of 87 species of medical plants is defined by both natural conditions and the influence of anthropogenic factor. Most important factors of influence on resources of medical plants ecotopes are determined. Violation of the hydrological regime is the most significant among them. These changes lead to the loss of resource significance of potentially raw species, the rate of which depends on the degree of growing conditions changes and stress-adaptive properties of plants. Investigation of their environmental features is the basis for the development of sustainable use regimes and protection.

Key words: river Sula basin, wild medical plants, mezo-hemerober ecotopes, potentially raw species.

Chabanyuk Y., Bunas A., Brovko I., Mazur S. Ecological assessment of pesticides and agrochemicals under the influence on mesofauna // Agroecological journal. — 2015. — No. 3. — P. 113–119.

Institute of Agroecology and Environmental of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

e-mail: nauka25@ukr.net

Not controlled use of pesticides and agrochemicals requires more attention to the assessment of their impact on the environment. Using classical methods makes it possible to determine the degradation of soils in fact the alternative is assessment of agro-ecosystems by biological indicators at the modern molecular-genetic level. The review evaluated the effect of commercial preparations of pesticides on the reproductive function of representatives of soil mesofauna *Eisenia fetida* using molecular genetic techniques COMET and TUNEL. When using COMET method herbicides Primekstra Gold and Gezagard violated DNA structure of 79% and 65% of the tested cells, respectively, in the samples using preparation Harnes percentage of cells with disrupted DNA was 45%, and Roundup formulation could impact on 15% of the cells. Using TUNEL method revealed that studied drugs caused 81, 67, 42 and 13% DNA fragmentation of earthworm cells.

Key words: Soil mesofauna, *Eisenia fetida*, COMET technique, TUNEL technique, DNA fragmentation.

Novitsky V., Landin V., Matsiboruk P. Influence of red fox on the number of hunting fauna of agrocenosis in Central Steppe of Ukraine // Agroecological journal. — 2015. — No. 3. — P. 119–123.

Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

e-mail: bivers83@mail.ru

Population dynamics of hunting fauna of agro-ecosystems of the Central Forest-steppe of Ukraine in the beginning of XXI century is given. Correlation in the «predator-prey» is described. We confirmed the negative impact of foxes ordinary in relation to populations of European hare ($r = 0.791$ at $p < 0.05$) and grey partridge ($r = 0.809$ at $p < 0.05$). A threshold density of foxes ordinary (1.5 ind./ha) for the exceeding of which the number of predator acted as a limiting factor ($E_{av} = -2.01$; $p_b < 0.001$) in relation to the population of Caucasian pheasant. Based on the research results obtained, we believe that sustained pressure on populations of foxes, hare and gray partridge in the central steppe of Ukraine will take place in the future. Proper long-term researches and counts indicate a gradual shift character of the spatial distribution of these types of large areas of land with intensive agricultural production in around settlement areas and small gardens. Among mentioned animals there is much more diversity of forage and protective conditions including feels less predatory foxes from the press, which for most of these conditions reoriented persecution more affordable food objects,

especially not destroyed in the process of extensive farming, small rodents.

Key words: red Fox, hunting fauna, agriculture, population dynamics.

Dmitruk O. The impact of biological preparations Biopolitsyd and Azotofit on the growth and development of tomato plants // *Agroecological journal*. — 2015. — No. 3. — P. 124–126.

Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

e-mail: agroecology_naan@ukr.net

Recently vegetable drowning in Ukraine has acquired significant changes, and the problem of the quality of products is a leader in its industry. In terms of today's the problem of environmental cleanliness of vegetables is widely considered — especially those that are consumed fresh. Modern vegetable production in Ukraine uses the potential of technology and genetic structures for only 10–30%. Management of biological processes in agrocenoses is possible through introduction agronomically useful microorganisms that allows strengthening or weakening the negative effect of undesirable to realize their potential effects. It is known that microorganisms of the root zone of plants significantly affect the growing season of plants and the quality of the resulting product, stimulatory or inhibitory action of microbial agents of biological products manifested in seed germination period. On this basis we faced the task to evaluate the impact of biologics on planting tomato plants properties. Research has established that micro-agents and biologics Biopolitsyd Azotofit favour the growth and development of seedling of tomato plants variety Raisa. After treating tomato seeds with biopreparation Biopolitsyd we observed stimulating the development of the root system up to 33.3%, which is an important indicator for the further development of tomato plants in greenhouses conditions. Biological Azotofit favoured the development of the root system of tomato plants by 18.9%.

Key words: tomatoes, seeds, energy germination, biological products.

Dementieva O. Reaction of corn hybrids of different maturity groups depending on the quality of irrigation water // *Agroecological journal*. — 2015. — No. 3. — P. 127–132.

Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

e-mail: o-dementeva@mail.ua

The expediency of growing new domestic maize hybrids of domestic breeding of different groups of ripeness and dark chestnut soils in Ingulets irrigated area for the use of irrigation water (class II), that is partially suitable for irrigation under existing GOST 2730–94 and Krasnoznamensk irrigated area, where irrigation water is suitable (I class) is examined. The quality data of irrigated water from these two irrigation systems are given. Grain yield of maize hybrids

of different maturity classes were investigated in dependence on fertilizers, ameliorants, the quantity and quality of irrigation water, installed efficiency of its usage, shows a payback period of 1 m³ of water grain yield various of the studied hybrids. The aim of this work was to study the reaction of the studied culture irrigation water of different quality, fertility of the soil by using fertilizers and ameliorants. As a result of comparison Ingulets irrigation water and Krasnozem Antico irrigation systems on chemical indicators showed that the quality differs significantly. The main problem of Ingulets irrigation systems is the low quality of irrigation water, resulting in high salinity and adverse salts. Thus, this water is unsuitable for irrigation under existing GOST 2730–94. Besides, prolonged use of irrigation water of this quality leads to the inevitable salinization and soil degradation, and therefore is required constant monitoring of salinization of irrigated soils and application of ameliorants. The quality of irrigation water Krasnozem Antico irrigation system is less aggressive, which allows obtaining high yields of crops with high quality under lower costs. The interaction of irrigation water, fertilizers and ameliorants at Ingulets irrigation area provides high yields of corn. The increase in yield from soil moisture from two test grounds, according to average data for three years was close.

Key words: irrigation system, water salinity, soil fertility, grain yield, total water use, water use ratio, coefficient of efficiency of irrigation return irrigation water.

Kryzhanivsky A. Fermentative activity in the leaves of apple trees under the influence of *Bacillus thuringiensis* strains and Konfidor extra // *Agroecological journal*. — 2015. — No. 3. — P. 133–136.

The Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

e-mail: andrew.506@rambler.ru

The effect of biopreparations of insecticidal action based on *Bacillus thuringiensis* strains and chemical insecticides Konfidor extra VG on enzyme activity of apple leaves is researched. It is established that the biological products positively affect the enzyme activity. Gradual and slight increase of peroxidase activity under the action of biological agents within 2–8 days compared to the control indicates a stimulatory effect bioinsecticides on the enzyme. This phenomenon can be considered as the immunological response of plants to the action of microbiological factor, which stimulates the immune system and increases resistance of the plant, and consequently the physiological state of plants, strengthening the antioxidant system and flomaster plants. The rapid increase palmerolide activity within 6 days after treatment with *B. thuringiensis*, is manifested as a response of plants to infection by pathogenic microorganism. Processing with Konfidor Extra had a negative impact on the enzyme activity lower compared with controls and did not change palmerolide activity.

Key words: *Bacillus thuringiensis*, apple, enzyme activity, Konfidor extra.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Бедункова Ольга Олександрівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, e-mail: bedunkovaolga@mail.ru

Бойко Анатолій Леонідович, доктор біологічних наук, професор, академік, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: agroecology_naam@ukr.net

Бровко Ірина Степанівна, Інститут агроєкології і природокористування НААН, Київ, e-mail: nauka25@ukr.net

Будзанівська Ірина Геннадіївна, доктор біологічних наук, професор, ННЦ «Інститут Біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, м. Київ, e-mail: fitovirus@yandex.ua

Бунас Альона Анатоліївна, кандидат біологічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, Київ, e-mail: nauka25@ukr.net

Воронко Любов Юріївна, Харківська філія ДУ «Держгрунтохорона», м. Харків, e-mail: kharkivroduchist@ukr.net

Вяткін Костянтин Володимирович, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Харків, e-mail: pochva@meta.ua

Глаз Світлана Миколаївна, аспірантка, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, e-mail: glaz1989@bk.ru

Глибовець Ірина Олегівна, Чернігівська філія ДУ «Держгрунтохорона», м. Чернігів, e-mail: agrohim@cg.ukrtel.net

Глуценко Людмила Анатоліївна, кандидат біологічних наук, Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування НААН, с. Березоточа Полтавської обл., e-mail: 1256@ukr.net

Гриник Ігор Володимирович, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік, Інститут садівництва НААН, с. Новосілки Київської обл., e-mail: sad-institut@ukr.net

Гулай Олександр Володимирович, кандидат біологічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: ol.gulay@rambler.ru

Дементєва Ольга Іванівна, аспірантка, Інститут агроєкології і природокористування НААН, e-mail: o-dementeva@mail.ua

Дерев'янський Віктор Петрович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий

співробітник, Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, с. Самчики Хмельницької обл., e-mail: 1_vera_2006@ukr.net

Дідик Наталія Петрівна, кандидат біологічних наук, Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, м. Київ, e-mail: natasha_didyk@mail.ru

Дідович Олександр Миколайович, Інститут сільського господарства Криму, м. Сімферополь, АР Крим, e-mail: isg.krym@gmail.com

Дідович Світлана Віталіївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут сільського господарства Криму, м. Сімферополь, АР Крим, e-mail: sv-alex.68@mail.ru

Дмитрук Олександр Михайлович, здобувач, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: agroecology_naam@ukr.net

Дребот Оксана Іванівна, доктор економічних наук, старший науковий співробітник, доцент, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: agroecology_naam@ukr.net

Елланська Наталія Едуардівна, кандидат біологічних наук, Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, м. Київ, e-mail: ellanskaya@rambler.ru

Житовоз Альона Володимирівна, аспірантка, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, e-mail: goroshkina1@mail.ru

Заїменко Наталія Василівна, доктор біологічних наук, Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, м. Київ, e-mail: nbg@nbg.kiev.ua

Закрасов Олександр Володимирович, кандидат біологічних наук, Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, м. Київ, e-mail: zakrasov@list.ru

Залеський Іван Іванович, кандидат географічних наук, доцент, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, e-mail: iwzales@rambler.ru

Запольський Анатолій Кирилович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Житомирський національний агроєкологічний університет, м. Житомир, e-mail: zak-38@ukr.net

Кавецький Володимир Миколайович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ, e-mail: KavetskyV@ukr.net

Канівець Сергій Вікторович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Харків, e-mail: S.V.kanivets@gmail.com

Клименко Микола Олександрович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, e-mail: m.o.klimenko@nuwm.edu.ua

Клименко Олександр Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, e-mail: sasha-klum@mail.ru

Коростін Олексій Валерійович, Харківська філія ДУ «Держґрунтохорона», м. Харків, e-mail: kharkivroduchist@ukr.net

Крижанівський Андрій Богданович, аспірант, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: andrew.506@rambler.ru

Кулініч Роман Олексійович, Інститут сільськогосподарства Криму, м. Сімферополь, АР Крим, e-mail: roman_kulinich@mail.ru

Лавров Віталій Васильович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, e-mail: vitaliy.lavrov@gmail.com

Ландін Володимир Петрович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, доцент, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: vlad_land@ukr.net

Мазур Світлана Олександрівна, Інститут агроекології і природокористування НААН, Київ, e-mail: nauka25@ukr.net

Маціборук Павло Вікторович, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: bivers83@mail.ru

Москалець Валентин Віталійович, доктор сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, e-mail: moskalets78@rambler.ru

Москалець Тетяна Захарівна, кандидат біологічних наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, e-mail: shunyascience@ukr.net

Наконечний Ігор Володимирович, доктор біологічних наук, професор, Миколаївський національний університет ім. В.О. Сухомлинського, смт Братське Миколаївської обл., e-mail: nakonetniigor@mail.ru

Новицький Василь Петрович, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроекології

і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: vasilyy_nov@ukr.net

Опришко Надія Олександрівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут зрошуваного землеробства НААН, м. Київ, e-mail: izprg_ua@mail.ru

Орловська Галина Михайлівна, кандидат біологічних наук, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, e-mail: GalynaOrl@ukr.net

Павлюченко Наталія Анатоліївна, кандидат біологічних наук, Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, м. Київ, e-mail: n_pavluch@mail.ru

Палапа Надія Василівна, доктор сільськогосподарських наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, Київ, e-mail: agroecology_naan@ukr.net

Перебойчук Оксана Петрівна, кандидат біологічних наук, Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, м. Київ, e-mail: fiorgy@meta.ua

Поліщук Зоряна Віталіївна, аспірантка, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, e-mail: polishukzoryana@gmail.com

Риженко Наталя Олександрівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, доцент, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ, e-mail: ryzhenkon@rambler.ru

Росіцька Надія Василівна, Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, м. Київ, e-mail: botanicka@yandex.ru

Сагдєєва Тетяна Юріївна, аспірантка, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, e-mail: tsagdeeva@gmail.com

Сіліч Ірина Олександрівна, Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ «Криворізький національний Університет», Дніпропетровська обл., м. Кривий Ріг, e-mail: irinysich@yandex.ru

Стадник Анатолій Петрович, доктор сільськогосподарських наук, академік, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, e-mail: stadnikap@mail.ru

Старовойтова Марина Юріївна, дослідна станція лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування НААН, с. Березоточа Полтавської обл., e-mail: ukrvilar@ukr.net

Трускавецький Станіслав Романович, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Харків, e-mail: space1975@mail.ru

Туріна Олена Леонідівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут сільського господарства Криму, м. Сімферополь, АР Крим, e-mail: schigortsova-elena@ Rambler.ru

Харіна Алла Володимирівна, кандидат біологічних наук, доцент, ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, м. Київ, e-mail: kharina@ukr.net

Христич Юлія Олександрівна, аспірантка, Миколаївський національний університет ім. В.О. Сухомлинського, смт Братське Миколаївської обл., e-mail: yulya.xristich@mail.ru

Цвігун Вікторія Олександрівна, аспірантка, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, e-mail: vika-natceovich@ukr.net

Чабанок Ярослав Васильович, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, Київ, e-mail: nauka25@ukr.net

Чабовська Ольга Іванівна, Харківська філія ДУ «Держгрунтохорона», м. Харків, e-mail: kharkivrodurchist@ukr.net

Шерстюк Олександр Іванович, аспірант, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Харків, e-mail: pochva@meta.ua

Шигимага Ірина Леонідівна, Харківська філія ДУ «Держгрунтохорона», м. Харків, e-mail: kharkivrodurchist@ukr.net

Шумигай Інна Вікторівна, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: innashum27@gmail.com

Щеглова Анна Олександрівна, Харківська філія ДУ «Держгрунтохорона», м. Харків, e-mail: kharkivrodurchist@ukr.net

Щегиніна Ганна Сергіївна, аспірантка, ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, м. Київ, e-mail: ns_mike@ukr.net

Юношева Олена Петрівна, Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, м. Київ, e-mail: nbg@nbg.kiev.ua

На монографію Сторчака Миколи Васильовича «Екологізація насіннєвої люцерни». — Херсон, 2015. — 244 с.

Практичне значення наукової роботи М.В. Сторчака полягає у тому, що в історії ведення рослинництва вперше в умовах зрошення Південного Степу України застосовано нову оптимізовану екологобезпечну агрокультуру вирощування люцерни, що дає змогу підвищити її насіннєву продуктивність і забезпечити господарства України високоякісним насінням.

Актуальність та практична значущість монографії підтверджується тим, що наукові розробки, узагальнені у цій праці, були складовою частиною тематичного плану НДР кафедри рослинництва Херсонського державного аграрного університету, обласних і державних науково-технічних програм.

Новизною роботи є той факт, що автор не лише зібрав, а й за допомогою методу історико-наукового аналізу узагальнив відомі на сьогодні екологобезпечні технологічні прийоми вирощування люцерни на насіння.

За своєю структурою основний зміст монографії складається з семи логічно побудованих і пов'язаних між собою розділів та додатків, а саме: *«Історіографія насіннєвої люцерни (аналітичний огляд літератури)»*; *«Умови і методика досліджень»*; *«Удосконалені екологобезпечні способи підготовки насіння люцерни до посіву і їх вплив на посівні якості та норми висіву»* — висвітлено шляхи екологобезпечних рішень щодо способів очистки насіння та обробки його біологічними препаратами і біостимуляторами, наведено удосконалену технологію з підготовки насіння люцерни до сівби, яка за допомогою електромагнітної насіннеочисної машини ЕМС-1 забезпечує часткову скарифікацію твердого насіння; *«Оптимізовані та удосконалені агроекологічні прийоми і заходи технології вирощування люцерни на насіння»* — удосконалено технологію збільшення та збереження бджолиних запилювачів люцерни в Україні, що полягає у розміщенні насіннєвих посівів люцерни поруч з господарськими і магістральними каналами, на схилах яких заселяють колонії місцевих популяцій бджіл та виключають з технології вирощування використання пестицидів у період масового цвітіння культури для збереження запилювачів; *«Екологобезпечна технологія вирощування двох врожаїв насіння люцерни на одній зрошуваній площі»* — автором запропоновано технологію вирощування двох врожаїв насіння люцерни за вегетаційний період на одній зрошуваній площі з закладанням насіннєвих посівів у серпні з дворічним використанням у сівозміні; *«Удосконалені екологобезпечні технологічні прийоми вирощування люцерни на насіння в умовах краплинного зрошення та органічного землеробства фермерських господарств»* — оптимізовано екологобезпечну технологію вирощування, яка розроблялася для умов Південного Степу України; *«Еколого-економічна ефективність вирощування люцерни на насіння»* — розглянуто питання економічних переваг технології вирощування насіння люцерни на екологобезпечній основі за використання ранньостиглого сорту Ярославна.

Впровадження викладених пропозицій у виробництво дасть змогу підвищити ефективність функціонування галузі і повністю забезпечити господарства країни високоякісним насінням люцерни.

Монографія М.В. Сторчака «Екологізація насіннєвої люцерни» є завершеним самостійним науковим дослідженням, що ґрунтується на широкій історичній основі еволюції галузевої наукової думки, здійсненим на актуальну тематику, має безпечну новизну, практичне значення і становить інтерес для науковців, аспірантів, студентів у навчальному процесі та науковій роботі.

В.А. Вергунов

Директор ННСТБ НААН, член-кореспондент НААН