

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

2•2019



КИЇВ • 2019

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief

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

Executive Secretary

DEMYANYUK O., Doctor of Agricultural Science, Senior Researcher

Output editor

RYZHYKOVA L.

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

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

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

Відповідальний секретар

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

Відповідальний редактор

РИЖИКОВА Л.Г.

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

**РАЦІОНАЛЬНЕ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО
ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**

**Яцук І.П., Моклячук Л.І.,
Ліщук А.М., Романова С.А.**

Інноваційний розвиток сільського господарства за використання індикаторів «зеленого зростання»

Зубов А.О.

Екологічна небезпека породних вугільних відвалів у агроландшафтах

**Соломаха І.В., Шевчик В.Л.,
Шевчик О.В.**

Еколого-ценотична та оселищна характеристика долини р. Сліпорід як перспективного об'єкта Смарагдової мережі України

**РОДЮЧІСТЬ
І ОХОРОНА ҐРУНТІВ**

**Дегодюк Е.Г., Літвінова О.А.,
Ярмоленко Є.В., Дмитренко О.В.**

Вплив органічних добрив на родючість сірого лісового ґрунту

**ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ
АГРОТЕХНОЛОГІЇ**

**Парфенюк А.І., Туровнік Ю.А.,
Круть В.В.**

Вплив кореневих екзометаболітів гібридів соняшнику на ріст і розвиток гриба *Alternaria alternata* (Fr.) Keiss

**Чуб А.О., Терновий Ю.В.,
Городиська І.М., Ліщук А.М.**

Ефективність біопрепаратів за виробництва органічного насіння сої

**Ященко С.А., Грабовська Т.О.,
Грабовський М.Б., Слободенюк О.І.**

Ефективність біопрепарату Ентеронормін на ранніх етапах онтогенезу рослин пшениці озимої

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

Вплив органо-мінерального добрива Viteri 8-4-5 на ростові процеси рослин сільськогосподарських культур

**RATIONAL
NATURAL MANAGEMENT
AND PROTECTION
OF ENVIRONMENT**

**6 Yatsuk I., Moklyachuk L.,
Lishchuk A., Romanova S.**

Innovative development of agriculture under using "green growth" indicators

16 Zubov A.

Ecological danger of coal waste dumps in the agrarian landscapes

**22 Solomakha I., Shevchyk V.,
Shevchyk O.**

Ecological, coenotical and habitats characteristics of the Sliporid River valley as a perspective object of Ukrainian Emerald Network

**FERTILITY
AND PROTECTION OF SOILS**

**31 Degodyuk E., Litvinova E.,
Yarmolenko E., Dmitrenko O.**

Changes in fertility of grey forest soil under systematic use of organic fertilizers in crop rotation

**ENVIRONMENTALLY SAFE
AGROTECHNOLOGIES**

**36 Parfenyuk A., Turovnik Y.,
Krout V.**

Influence of root exometabolites of various sunflower hybrids on the growth and development of fungus *Alternaria alternata* (Fr.) Keiss

**42 Chub A., Ternovyi Yu.,
Horodyska I., Lishchuk A.**

Efficiency of using biological products in the production of organic soy seeds

**50 Yashchenko S., Grabovska T.,
Grabovskiy M., Slobodeniuk O.**

Efficiency of the Enteronormin application at the early stages of winter wheat ontogenesis

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

Effect of organomineral fertilizer Viteri 8-4-5 on the growth processes of crop plants at the early stages of ontogenesis

БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

- Шавріна В.І., Ткач Є.Д.**
Структура та ефективність біоцентричної сполученості екомережі Східного Поділля
- Кириченко А.М., Гринчук К.В., Антіпов І.О.**
Вплив вірусів родини *Potyviridae* на функціональний стан і активність фотосинтетичного апарату бобових
- Лісовий М.М., Чайка В.М., Мінйало А.А., Мухаммед М.З.**
Зниження біорізноманіття ентомокомплексів у агроландшафтах України
- Постоєнко Д.М., Тарасюк С.І., Коніщук В.В.**
Еколого-генетичні особливості популяції Антонінсько-Зозуленецької рамчастої породи коропа
- Жукорський О.М., Кривохижа Є.М.**
Визначення токсичності мийно-дезінфікувального засобу СанімоЛ із використанням інфузорій *Tetrachymena pyriformis*
- Дерев'яно С.В., Решотко Л.М., Дмитрук О.О., Васильченко А.В.**
Визначення токсичності металовмісних наночастинок у культурі клітин та на білих мишах

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

- Шевченко Т.Л.**
Еколого-економічна ефективність заходів з контролю інвазійних видів-інтродуцентів

ЮБІЛЕЙ

В.П. Бородаю – 80

BIODIVERSITY AND BIOSAFETY OF ECOSYSTEMS

- 59 **Shavrina V., Tkach E.**
Research of biocentric connection of economy of eastern Podill
- 64 **Kyrychenko A., Hrynchuk K., Antipov I.**
Effects of viruses belonging to *Potyviridae* family on functional state and photosynthetic apparatus activity of beans
- 72 **Lesovoy N., Chayka V., Minayilo A., Mohammed M.Z.**
Impoverishment of insect populations of agro-landscapes of Ukraine
- 77 **Postoienko D., Tarasiuk S., Konishchuk V.**
Ecological-genetic features of Antoninsko-Zozulenetskyi massive of Ukrainian scope breed of the course
- 86 **Zhukorskyi O., Kryvokhyzha Ye.**
Definition of toxicity detergent and disinfectant Sanimol L using infusoria *Tetrachymena pyriformis*
- 91 **Derevianko S., Reshotko L., Dmytruk O., Vasylychenko A.**
Establishment of metal-containing nanoparticles toxicity using cell culture and mice

YOUNG SCIENTIST'S PAGE

- 96 **Shevchenko T.**
Ecological and economic effectiveness of measures of invasive species-introducers control

JUBILEE

101 V. Borodai – 80

РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 631.95:631.45:632:93

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174011>

ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ЗА ВИКОРИСТАННЯ ІНДИКАТОРІВ «ЗЕЛЕНОГО ЗРОСТАННЯ»

І.П. Яцук¹, Л.І. Моклячук², А.М. Ліщук², С.А. Романова¹

¹ Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України»

² Інститут агроєкології і природокористування НААН

Проаналізовано матеріали міжнародних організацій з питань «зеленого зростання», проведено ретроспективний аналіз бази даних еколого-агрохімічного моніторингу земель сільськогосподарського призначення та запропоновано індикатори «зеленого зростання» сільського господарства для відновлення природного потенціалу агроєко-систем України. Визначено екологічні індикатори «зеленого зростання» сільського гос-подарства, як-от: глобальні — розораність території, баланс гумусу, баланс нітрогену, баланс фосфору, баланс калію; національні — динаміка вмісту гумусу, динаміка вмісту рухомих форм нітрогену, фосфору та калію; локальні — рН, забезпеченість необхідними мікроелементами, забруднення токсичними металами, вміст залишків пестицидів, вміст радіоактивних елементів. Оцінка ґрунтів за екологічними індикаторами «зелено-го зростання» підтвердила, що основними чинниками зниження агрономічно важливих властивостей ґрунту є: недостатнє внесення органічних та мінеральних добрив, водна та вітрова ерозія, переуцільнення потужною важкою технікою. Запропоновано за-ходи для переходу сільського господарства до «зеленого зростання», що передбачають відтворення родючості ґрунтів і подальше збалансоване ведення сільгоспвиробництва та підвищення його ефективності за переходу на бездефіцитний баланс гумусу і по-живних речовин у землеробстві.

Ключові слова: «зелене зростання», землі сільськогосподарського призначення, агро-екосистема, ґрунт, гумус, поживні речовини.

У галузі сучасного сільськогосподар-ського виробництва основним чинником його економічного зростання є екологічна складова розвитку, нові моделі виробни-цтва і споживання, а також принципово інший інноваційний підхід до визначення поняття «зростання» і виміру його резуль-татів. «Зелене зростання» сільського гос-подарства — це стратегія, в якій інвестиції в екологічні ресурси та послуги стають рушійною силою економічного розвитку агросфери, а охорона навколишнього при-родного середовища розглядається як чин-ник економічного зростання [1].

Стратегія «зеленого зростання» зво-диться до того, що економічна і природо-охоронна державна політика повинна бути спрямованою на раціональне використання та охорону земель, захист їх від деградації та забруднення, підвищення врожайності сільськогосподарських культур, збільшен-ня обсягу виробництва високоякісної, еко-логічно безпечної продукції, забезпечення продовольчої безпеки держави, збереження ландшафтного і біологічного різноманіття та створення екологічно безпечних умов проживання населення [2, 3].

Невід'ємною складовою інноваційного розвитку сільського господарства є перехід до «зеленого зростання» забруднених агро-екосистем. Моніторинг прогресу на шляху

© І.П. Яцук, Л.І. Моклячук, А.М. Ліщук,
С.А. Романова, 2019

до «зеленого зростання», оцінювання ефективності використовуваних джерел інформації та ступеню досягнення поставлених цілей потребує використання відповідних критеріїв та індикаторів — показників вказаної стратегії. Агроекологічні індикатори мають важливе значення для визначення політики ОЕСР (Організація з економічного співробітництва та розвитку). Вони стосуються екологічних проблем у сільському господарстві, оскільки актуальність політики ОЕСР потенційно сприяє розумінню і аналізу агроекологічного та сталого сільського господарства. Наразі розробленням основних критеріїв «зеленого зростання» займаються багатопрофільні організації, основними з яких є ОЕСР, організації системи ООН, Єврокомісія, Світовий банк, Міжнародна платформа досвіду «зеленого зростання» (Green Growth Knowledge Platform (GGKP) [4–9]. Зокрема, ОЕСР пропонує розглядати індикатори за основними критеріями, як-от: актуальність політики, аналітична доцільність, вимірність, рівень агрегації [10].

Політика «зеленого зростання» ОЕСР спрямовується на збереження та раціональне використання природного капіталу [11]. У сільському господарстві — це, насамперед, землі сільськогосподарського призначення. Існує потенційно значна кількість показників, які можуть бути використані як агроекологічні індикатори «зеленого зростання» [12, 13]. Проте кожна держава повинна визначити свої індикатори, за допомогою яких можна найточніше оцінити стан економіки та сільського господарства. На сьогодні ще не розроблено єдиної системи екологічних індикаторів для оцінювання «зеленого зростання» сільського господарства України. Використання такої системи на регіональному рівні сприятиме висвітленню проблем сільського господарства та може прискорити відновлення природного потенціалу агроєкосистем нашої держави.

Метою роботи було дослідити інноваційний розвиток сільського господарства за використання системи екологічних індикаторів для оцінювання «зеленого зрос-

тання» агроєкосистем України і для відновлення їх природного потенціалу.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили у відділі екотоксикології Інституту агроєкології і природокористування НААН та в Державній установі «Інститут охорони ґрунтів України» (ДУ «Держґрунтохорона») упродовж 2013–2018 рр. Теоретичною та методологічною основою дослідження є екологічні наукові положення у сфері сільського господарства, безпеки і якості ґрунтів сільськогосподарських угідь, документи міжнародних організацій ОЕСР, ЮНЕП (Програма ООН з навколишнього середовища), Світового банку, праці провідних зарубіжних та вітчизняних вчених. Для розроблення системи індикаторів «зеленого зростання» агроєкосистем було здійснено ретроспективний аналіз бази даних еколого-агрохімічного моніторингу ґрунтів ДУ «Держґрунтохорона» [14, 15]; застосували кількісний порівняльний аналіз, метод формалізації та методи прикладної статистики. Інформаційною базою дослідження були закони України та нормативно-правові акти у сфері охорони ґрунтів. Вірогідність і обґрунтованість одержаних результатів обумовлено використанням загальнонаукових і спеціальних статистичних методів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Індикатори «зеленого зростання» сільського господарства. Для того щоб показники, за якими проводять оцінювання «зеленого зростання» сільського господарства, можна було вважати індикаторами, вони насамперед мають відображати антропогенні зміни, які відбуваються у агроєкосистемах. До того ж для порівняння значень індикаторів на міжнародному рівні потрібно, щоб вони були визначені за допомогою відповідних уніфікованих методів та одиниць вимірювань [16].

Методологія вимірювань ОЕСР пропонує рамкову систему індикаторів, за якою всі індикатори «зеленого зростання» поділяються на економічні, екологічні та

соціальні. Згідно з даними Центру екологічної політики та права при Єльському університеті (Yale Center for Environmental Law and Policy), у 2006 р. Україна займала 51 місце із 133 країн світу, у 2008 — 75 із 149, у 2010 — 87 із 163, у 2012 — 102 із 132, у 2014 — 95 із 178, у 2016 р. — 44 місце із 180 країн за індексом екологічної продуктивності (ЕПІ), який є комплексним показником оцінки екологічної політики держави та її суб'єктів зокрема [17]. Робота над адаптацією економічних індикаторів «зеленого зростання» для України проводиться з 2013 р. Але для оцінювання «зеленого зростання» сільського господарства цих індикаторів недостатньо.

За рекомендаціями ОЕСР [10] визначено основні рамкові індикатори «зеленого зростання» сільського господарства, якими є зміни вмісту органічної речовини ґрунту та зміни у балансі і концентрації поживних речовин. З огляду на те, що ґрунти є основним засобом виробництва сільськогосподарської продукції, першочергове значення для оцінювання сільськогосподарського виробництва має інформація про їх якісний стан. Слід зауважити, що сільське господарство формує як позитивний, так і негативний впливи на навколишнє природне середовище залежно від характеру, масштабу та інтенсивності агровиробництва, екологічних чинників, кліматичних умов, стану водних ресурсів, економічних тенденцій та державної політики. Наслідком негативного впливу є деградація ґрунтів, забруднення води та повітря, знищення природних ареалів поширення рослинних і тваринних організмів та втрата біорізноманіття. Все це порушує баланс у сільському господарстві, призводить до зниження його продуктивності і, зрештою, до втрати продовольчих ресурсів [18, 19].

Відповідно до законодавства України, контроль стану родючості ґрунтів здійснює ДУ «Держґрунтоохорона» через національний моніторинг земель сільськогосподарського призначення шляхом агрохімічної паспортизації земель [14, 15]. З огляду на те, що агроєкосистема — це штучна або змішана система рослинних, тваринних і

мікробіологічних угруповань з невираженим або відсутнім механізмом саморегулювання, проектна продуктивність якої підтримується завдяки прямим і опосередкованим енергетичним інвестиціям, стан агроєкосистем повною мірою залежить від культури господарювання. Господарська діяльність людини є домінуючим чинником трансформації ґрунтів. Тому найважливішою умовою збереження біосфери, рослинного покриву у належному стані, а також забезпечення продуктивності сільського господарства є постійна турбота про охорону ґрунту — структуру і властивості через вжиття системи заходів із підвищення його родючості.

Для створення системи екологічних індикаторів «зеленого зростання» сільського господарства слід проводити аналіз показників якісного стану ґрунту із урахуванням характеристики ґрунтово-кліматичної зони та господарської діяльності людини.

Оцінювання якості ґрунту на основі стратегії ЄС із питань сталого розвитку. Відповідно до запропонованої Єврокомісією тематичної стратегії охорони ґрунтів, метою якої є: збереження ґрунту, його сталого використання шляхом запобігання подальшій деградації, збереження ґрунтових функцій і реабілітації деградованих ґрунтів, досліджено придатність показників моніторингу ґрунтів як індикаторів «зеленого зростання» сільського господарства. Відповідно, визначено 14 екологічних індикаторів, які характеризують стан земельних ресурсів України. Рівень екологічних індикаторів «зеленого зростання» сільського господарства та критерії оцінювання наведено в таблиці.

Встановлено, що одним із найважливіших екологічних індикаторів «зеленого зростання» сільського господарства є розораність земель [12, 18].

За даними Держстату України, розораність земель в Україні перевищує відповідний показник багатьох країн. Результати аналізу засвідчили, що індикатори, як-от: розораність території, баланс гумусу, баланс нітрогену, баланс фосфору, баланс калію можна вважати глобальними, оскільки

Рівень екологічних індикаторів «зеленого зростання» сільського господарства [12]

Індикатори	Критерії	Рівень індикатора
Розораність території	Для України співвідношення орних земель, природних кормових угідь і лісів має становити 1:1,6:3,6, але фактично воно становить 1:0,23:0,3 відповідно	Глобальний
Баланс гумусу у рослинництві	Збалансованість концентрації гумусу у процесі сільськогосподарського виробництва	Глобальний
Баланс нітрогену	Збалансованість концентрації гідролізованого нітрогену у процесі сільськогосподарського виробництва	Глобальний
Баланс фосфору	Збалансованість концентрації рухомих форм фосфору у процесі сільськогосподарського виробництва	Глобальний
Баланс калію	Збалансованість концентрації калію у процесі сільськогосподарського виробництва	Глобальний
Уміст гумусу (органічного вуглецю)	Позитивний тренд умісту гумусу (органічного вуглецю) у ґрунті	Національний
Динаміка вмісту гідролізованого нітрогену	Задовільна кількість гідролізованого нітрогену для живлення рослин	Національний
Уміст рухомих сполук фосфору	Задовільна кількість рухомих форм фосфору для живлення рослин	Національний
Уміст рухомих сполук калію	Фоновий уміст калію	Національний
Реакція ґрунтового розчину	Заходи з підтримання толерантних для вирощування рослин значень рН	Локальний
Забезпеченість необхідними мікроелементами	ГДК (гранично допустима концентрація), фоновий уміст необхідних мікроелементів	Локальний
Забруднення токсичними металами: кадмієм, свинцем, ртуттю	ГДК, фоновий уміст токсичних металів	Локальний
Уміст залишкових кількостей пестицидів	МДР (максимально допустимий рівень) залишкових кількостей пестицидів у ґрунті	Локальний
Уміст радіоактивних елементів: ^{137}Cs та ^{90}Sr	ГДК радіонуклідів у ґрунті	Локальний

їхні кількісні значення можна порівняти з аналогічними даними іншої країни чи декількох країн; індикатори: динаміка вмісту гумусу, динаміка вмісту рухомих сполук нітрогену, динаміка вмісту рухомих сполук фосфору, динаміка вмісту рухомих сполук калію відповідають значенню *національ-*

ного рівня; індикатори: реакція ґрунтового розчину, забезпеченість необхідними мікроелементами, забруднення токсичними металами (кадмієм, свинцем, ртуттю), вміст залишкових кількостей пестицидів, уміст радіоактивних елементів (^{137}Cs та ^{90}Sr) мають *локальний* характер, що зумов-

лено неможливістю виділення чинників антропогенного впливу серед значної їх кількості, які мають вплив на значення цих показників [12, 13]. Зокрема, строкатість ґрунтів за рівнем забезпеченості фізіологічно необхідними мікроелементами для рослин, вплив кліматичних умов (промивний водний режим), властивості материнської породи (кисла чи карбонатна) та антропогенні чинники впливають на значення показників кислотності ґрунту тощо.

Отже, на основі аналізу документів ОЕСР та результатів власних досліджень у рамках еколого-агрохімічного моніторингу ґрунтів визначено найінформативніші екологічні індикатори, за якими можна кількісно визначити рівень антропогенного впливу на стан агроєкосистем та розробити заходи для переходу сільського господарства на засади «зеленого зростання».

Оцінювання стану ґрунтів за екологічними індикаторами «зеленого зростання». Проведено оцінювання стану ґрунтів земель сільськогосподарського призначення за екологічними індикаторами «зеленого зростання»: *глобальними* — розораність території, баланс гумусу у рослинництві, баланс нітрогену, баланс фосфору, баланс калію; *національними* — динаміка вмісту гумусу, динаміка вмісту рухомих сполук нітрогену, рухомих сполук фосфору, рухомих сполук калію; *локальними* — реакція ґрунтового розчину, забезпеченість необхідними мікроелементами, забруднення токсичними металами (кадмієм, свинцем, ртуттю), уміст залишкових кількостей пестицидів, уміст радіоактивних елементів (^{137}Cs та ^{90}Sr).

За даними агрохімічного обстеження ґрунтів України (2011–2015 рр.) встановлено екологічні індикатори «зеленого зростання» сільського господарства, як-от:

Розораність. За даними Держстату України, розораність земель в нашій державі перевищує відповідний показник багатьох країн світу. Так, станом на 01.01.2016 р. в Україні, загалом, площа сільськогосподарських угідь налічувала 41,5 млн га, з яких: орні землі — 32,5 млн га, багаторічні насадження — 0,9, луки, пасовища та

сіножаті — 7,8 млн га. Найбільші площі сільськогосподарських угідь (46%) розміщуються у зоні Степу, Лісостепу (34,9) та Полісся (19,1%). Розораність ґрунтів в Україні у середньому становить 78,4%.

Уміст гумусу. Є інтегральним показником рівня потенційної і ефективної родючості — за останні 25 років в Україні він зменшився у середньому з 3,65 до 3,17%. За даними агрохімічного обстеження ґрунтів основні показники їхньої родючості мають тенденцію до погіршення.

Баланс гумусу у рослинництві. Розрахунки балансу гумусу свідчать про погіршення стану ґрунтів. Баланс гумусу залишається дефіцитним (–0,13 т/га), хоча останніми роками цей показник знизився завдяки пожнивним решткам, які залишаються на поверхні поля, що можна вважати позитивним зрушенням.

Динаміка вмісту гідролізованого нітрогену. Загалом, накопичення сполук гідролізованого нітрогену в ґрунтах України не спостерігається. За даними агрохімічного обстеження ґрунтів середньозважений уміст гідролізованого нітрогену в ґрунтах країни становить 105,4 мг/кг ґрунту. Переважає дуже низький та низький його вміст на 93,1% площ ґрунтів сільськогосподарських угідь, зокрема: у зонах Полісся — на 90,5%, Лісостепу — на 94,3 та Степу — на 93,3%.

Баланс рухомих сполук нітрогену. За даними агрохімічного обстеження середній показник балансу рухомих сполук нітрогену в ґрунтах становить 33 кг/га, або 683 тис. т. Недостатнє внесення азотних добрив призводить до деградації ґрунтів, а надлишкове — до вимивання рухомих сполук нітрогену у навколишнє природне середовище, до забруднення та евтрофікації водних джерел.

Уміст рухомих сполук фосфору. Середньозважений уміст рухомих сполук фосфору у ґрунтах України становить 110,3 мг/кг. Так, 68,6% обстежених площ характеризуються середнім та підвищеним його вмістом, 21,1 — високим і дуже високим і лише 10,4% — низьким та дуже низьким умістом. Зафіксовано незначне збільшення вмісту

рухомих форм фосфору. Загалом, забезпечення рухомих фосфором ґрунтів України можна вважати задовільним, але тенденції до зменшення його вмісту впродовж останніх п'яти років спостерігалися у Київській, Луганській та Одеській областях.

Баланс фосфору. Розрахунки, проведені на основі статистичних даних, свідчать, що цей основний елемент живлення сільськогосподарських культур упродовж багатьох років не повертається в ґрунт у тій кількості, що відчувається з урожаєм.

Уміст рухомих сполук калію. Понад 90% обстежених ґрунтів України характеризуються дуже високим, високим, підвищеним та середнім умістом рухомих сполук калію у ґрунті і лише 8,4% — низьким і дуже низьким. Середньозважений уміст рухомих сполук калію на обстежених площах становить 120,5 мг/кг ґрунту.

Баланс калію. Розрахунки, проведені на основі статистичних даних, засвідчують, що основні елементи живлення сільськогосподарських культур (фосфор і калій) упродовж багатьох років демонструють негативну динаміку вмісту у ґрунтах, що спричинено їх винесенням з урожаєм культур.

Реакція ґрунтового розчину. За даними агрохімічного обстеження понад 19% ґрунтів сільськогосподарських угідь є кислими, 57,3 — близькими до нейтральних та нейтральними, 23,6% — лужними. Висока питома вага кислих ґрунтів є характерною для зони Полісся (45,6%), найнижча — для зони Степу (1,8%). Останніми роками господарства вносять переважно азотні мінеральні добрива, що зазвичай є фізіологічно кислими і зумовлюють подальше підкислення ґрунтового розчину. Також слід наголосити на незадовільному рівні гіпсування засолених ґрунтів.

Забезпеченість необхідними мікроелементами. За рівнем забезпеченості рослин фізіологічно необхідними мікроелементами обстежені ґрунти є доволі строкатими. Вміст мікроелементів залежить від гранулометричного складу ґрунтотворних порід та вмісту органічної речовини у ґрунтах. Тому через різнозначне природне забезпе-

чення ґрунтів мікроелементами екологічні індикатори їх умісту можуть бути визначені лише на локальному рівні.

Забруднення токсичними металами: кадмієм, свинцем, ртуттю. Так, на вміст рухомих сполук свинцю обстежено понад 17,2 млн га сільськогосподарських угідь України. З них на 42% площ уміст рухомих сполук свинцю вимірюється у межах фонових значень (<0,8 мг/кг), понад 45% є слабким та помірним, 10 — середнім та підвищеним і 1,6% характеризується високим та дуже високим рівнем забруднення. Сільськогосподарські угіддя з перевищеним умістом рухомих форм свинцю (ГДК = 6,0 мг/кг) у процесі їх обстеження не виявлено.

Рухомі сполуки кадмію були визначені у ґрунтах усіх регіонів дослідження (за винятком Донецької та Луганської областей). У 50% обстежених площ сільськогосподарських угідь (17,2 млн га) уміст рухомих сполук кадмію не перевищував фонових значень (<0,1 мг/кг). Середньозважений показник умісту рухомих сполук кадмію в ґрунтах Полісся становить 0,24 мг/кг, Степу — 0,2 та Лісостепу — 0,16 мг/кг ґрунту.

Перевищення ГДК ртуті у ґрунтах України не зафіксовано.

Так, ґрунти України характеризуються низьким забрудненням високотоксичними хімічними елементами (свинець, кадмій і ртуть). Забруднення ґрунтів цими елементами має локальний характер. Запобігання накопиченню їх у продовольчій сировині можливо досягати завдяки вапнуванню кислих ґрунтів, внесенню адсорбентів, а на сильно забруднених землях — висіванням технічних культур.

Забруднення залишковими кількостями пестицидів. Застосування пестицидів потребує контролю їх залишкових кількостей у ґрунті, воді та сільськогосподарській продукції, до того ж контроль за таким забрудненням слід проводити відповідно до їх використання, вказаним в історії полів. Забруднення стійкими пестицидами має локальний характер.

Забруднення радіонуклідами. З обстежених 18,5 млн га сільськогосподарських

угідь щодо щільності забруднення ^{137}Cs та ^{90}Sr умовно безпечна територія, на якій може здійснюватися аграрне виробництво, становить 99,7% від обстеженої площі. Відзначимо, що забруднення радіонуклідами ґрунтів України (без урахування зони гарантованого добровільного відселення) має локальний характер.

Отже, результати аналізу стану ґрунтів України за екологічними індикаторами «зеленого зростання» засвідчили, що довготривала інтенсифікація і надмірна розораність земель призвели до критичного погіршення їх якості. Основними чинниками зниження агрономічно важливих властивостей ґрунту є: недостатній рівень внесення органічних та мінеральних добрив, водна та вітрова ерозія, переущільнення важкою технікою. На території України налічується 57,5% ґрунтів сільськогосподарських угідь з ознаками ерозії, і цей процес продовжується. Підкислення, засолення та осолонцювання також зумовлюють зниження якісних показників ґрунту. Насищення сівозмін культурами інтенсивного мінерального живлення, значне зменшення внесення органічних добрив, поширення процесів ерозії спричинили негативний баланс гумусу впродовж останніх десяти років.

Загалом, в Україні існує реальна загроза виснаження ґрунтового покриву та посилення деградаційних процесів, як-от: дегуміфікація, підкислення, водна ерозія і дефляція, переущільнення, що відбуваються внаслідок недотримання або спрощення технологій обробітку ґрунту. У сучасних економічних умовах за дефіциту фінансових ресурсів і через високу вартість проведення робіт з підвищення родючості ґрунтів та їх охорони вжиття відповідних заходів було скорочено до мінімуму, а деякі скасовано взагалі. Як наслідок, щорічно спостерігається тенденція до погіршення якісного стану ґрунтів. Упродовж останніх десятиліть землеробська галузь функціонує в умовах неефективних витрат невідновлюваних ресурсів енергії, що також призводить до зростання деградації ґрунтів, поступової втрати їх потенційної родючості. Відомо, що родючість ґрунтів зна-

чною мірою залежить не тільки від умісту поживних елементів, реакції середовища, але й від своєї біологічної активності, обумовленої наявністю органічної речовини. Застосування мінеральних та органічних добрив значно підсилює мікробіологічну діяльність, а отже, підвищує її родючість. Якщо не вжити невідкладних дійових заходів, процеси виснаження ґрунтів можуть стати перепорою у формуванні сталих та конкурентоспроможних агроєкосистем.

Заходи для переходу сільського господарства до «зеленого зростання». Необхідною умовою збереження родючості ґрунтів, компенсації вносу поживних речовин з урожаєм, підвищення врожайності культур є внесення необхідної кількості мінеральних та органічних добрив. Для поліпшення родючості ґрунтів необхідно:

- дотримуватися розроблених науково обґрунтованих рекомендацій щодо застосування добрив, аби забезпечити раціональне, правильне і ефективне їх використання з урахуванням агрохімічних показників ґрунту;
- дотримуватися оптимальних доз і співвідношень між елементами живлення, строків та способів внесення добрив, обробітку ґрунту;
- збільшувати обсяги застосування фосфорно-калійних мінеральних добрив;
- збільшувати обсяги виробництва, заготівлі та використання органічних добрив.

Важливим чинником підвищення родючості ґрунтів є впровадження нових ґрунтозахисних технологій, де одним з основних елементів є біологізація землеробства, роль якої за нинішніх умов сільськогосподарського виробництва значно посилюється.

У системі заходів із підвищення родючості ґрунтів важливе місце відводиться виробництву органічних добрив, зокрема гною, проте нині обсяги його виробництва є незначними. Альтернативою для забезпечення поповнення органічною речовиною ґрунту є заорювання зеленої маси різних сільськогосподарських культур — сидератів (гірчиця біла, суріпка, редька олійна, рі-

пак озимий і ярий) та подрібненої соломи (а також стерні, гички, стебел кукурудзи, соняшнику та інших післяжнивних решток сільськогосподарських культур). Сидерати помітно поліпшують агрохімічні і біологічні показники ґрунту, підсилюють його стійкість до збудників хвороб, покращують ємність та ступінь поглинання. До переваг сидератів відносять їхню властивість очищати поле від бур'янів та зменшувати чисельність фітопатогенних мікроорганізмів, тобто вони відіграють фітосанітарну роль. Ризосфера сидератів є багатою на мікрофлору, яка після відмирання перетворюється в поживні елементи. У 1 т зеленого добрива сидеральних культур міститься 4,5–7,7 кг азоту, 0,5–1,2 – фосфору та 1,8–2,0 кг калію. Якщо порівняти органічні добрива, то 1 т зеленого добрива є еквівалентною внесенню 0,5 т гною. У соломі пшениці озимої, крім макроелементів, міститься низка мікроелементів, як-от: сірка, бор, мідь, марганець, молібден, цинк. Солома поліпшує повітряний і поживний режими живлення рослин.

Проте з кожним роком цим добривам приділяється дедалі менше уваги, хоча заорювання сидератів та післяжнивних решток є одним із дешевих і економічно вигідних заходів підвищення й стабілізації родючості ґрунтів, поліпшення якості сільськогосподарської продукції.

У господарствах, ґрунти яких є кислими, повинні бути обов'язковими заходи з хімічної меліорації, оскільки вони значно підвищують ефективність добрив, поліпшують мікробіологічну діяльність і, загалом, позитивно впливають на біопродуктивність ґрунтів. Одним із основних прийомів підвищення родючості кислих ґрунтів є вапнування.

Заходи з підвищення родючості ґрунтів. Зупинити процес деградації і тим самим поліпшити основні показники родючості ґрунтів можна завдяки застосуванню комплексу заходів, як-от:

1. Підвищення рівня культури землеробства.
2. Впровадження і дотримання науково обґрунтованих систем сівозмін.

3. Оптимізація доз і співвідношення N:P:K з урахуванням забезпеченості ґрунтів доступними для рослин сполуками завдяки внесенню мінеральних добрив; захист ґрунтів від ерозії; боротьба з бур'янами; хімічні меліоративні заходи (вапнування та гіпсування).

4. Ефективне використання наявних ресурсів органічних добрив (гною, торфу та торфогнойових компостів, сапропелю, органічних відходів переробки сільськогосподарської продукції тощо).

5. Поглиблене використання переваг біологізації землеробства: розширення посівів багаторічних трав, сидеральних культур, заорювання в ґрунт соломи та поживних решток інших культур, застосування бактеріальних препаратів.

6. Для встановлення ступеня збіднення або збагачення ґрунту на органічну речовину і поживні речовини, прогнозування ступеня і напряму еволюції родючості ґрунтів унаслідок їх сільськогосподарського використання необхідно здійснювати підрахунок балансу гумусу і поживних елементів у господарстві, регіоні та в державі загалом.

Заходи з підвищення родючості ґрунтів мають забезпечити збереження їх родючості та підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва, насичення ринку продовольством і сировиною для переробної промисловості. В умовах погіршення екологічного стану ґрунтів, насамперед чорноземів, та зниження рівня їх родючості через щорічні втрати гумусу застосування різних видів органічних добрив, зокрема рослинного походження, є основною умовою переходу на бездефіцитний баланс гумусу й забезпечення розширеного відтворення якісних властивостей сільськогосподарських угідь. Передусім ефективність заходів оцінюється за розрахунками балансу гумусу та поживних речовин у землеробстві кожної області. Розрахунки балансу гумусу дають можливість прогнозувати рівень дегуміфікації в сівозмінах, що особливо актуально за сучасних умов, коли землеробство функціонує в режимі критичного відтворення родючості ґрунтів, зокрема органічної речовини.

ВИСНОВКИ

На основі аналізу документів ОЕСР та результатів власних досліджень у рамках еколого-агрохімічного моніторингу ґрунтів визначено найбільш інформативні індикатори, за якими можна кількісно визначити рівень антропогенного впливу на стан агроєкосистем: *глобальні* — розораність території; баланс гумусу у рослинництві; баланс нітрогену; баланс фосфору; баланс калію; *національні* — динаміка вмісту гумусу; динаміка вмісту гідролізованого нітрогену; вміст рухомих сполук фосфору; вміст рухомих сполук калію; *локальні* — реакція ґрунтового розчину; забезпеченість необхідними мікроелементами; забруднення токсичними металами (кадієм, свинцем, ртуттю); вміст залишкових кількостей

пестицидів; уміст радіоактивних елементів (^{137}Cs та ^{90}Sr). Проведена оцінка ґрунтів за відповідними екологічними індикаторами засвідчила необхідність переходу до «зеленого зростання» сільського господарства України на засадах збалансованого ведення сільгоспвиробництва, ефективність якого оцінюється за розрахунками балансу гумусу та поживних речовин у землеробстві кожної адміністративної області. Запропоновано заходи з відтворення родючості ґрунтів, основною умовою яких є перехід на бездефіцитний баланс гумусу. Необхідною умовою збереження родючості ґрунтів, компенсації вносу поживних речовин з урожаєм та підвищення врожайності культур є внесення збалансованої кількості мінеральних та органічних добрив.

ЛІТЕРАТУРА

1. OECD. Publishing. OECD environmental outlook to 2030 [Електронний ресурс] / Organisation for Economic Cooperation and Development. — Режим доступу: <http://www.oecd.org/env/indicators.outlooks/40200582.pdf>
2. Stevens C. Agriculture and Green growth [Електронний ресурс] / C. Stevens // Report to the OECD, 2011. — Режим доступу: <http://www.oecd.org/greengrowth/sustainable-agriculture/48289829.pdf>
3. Payments for Environmental Services within the Context of the Green Economy [Електронний ресурс] / Natural Resources Management and Environment Department Food and Agriculture Organization of the United Nations. — Режим доступу: <http://www.fao.org/3/a-al922e.pdf>
4. The future we want. Outcome of the UN Conference of Sustainable development. A/CONF.216/L.1 // United Nations Conference on Sustainable Development (Brazil, 20–22 June, 2012). — Rio de Janeiro, 2012. — P. 53.
5. Narloch U. Measuring Inclusive Green Growth at the Country Level: Taking Stock of Measurement Approaches and Indicators [Електронний ресурс] / U. Narloch, T. Kozluk & A. Lloyd // GGKP Research Committee on Measurement & Indicators. — February 2016. — P. 87. — Режим доступу: <http://docslide.net/documents/measuring-inclusive-green-growth-at-the-country-level.html>
6. Inclusive Green Growth. The Pathway to Sustainable Development [Електронний ресурс]. — Washington DC: International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank. — Режим доступу: http://siteresources.worldbank.org/EXTSDNET/Resources/Inclusive_Green_Growth_May_2012.pdf
7. The Little Green Data Book 2016 [Електронний ресурс]. — International Bank for Reconstruction and Development. — Режим доступу: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/24543/9781464809286.pdf>
8. The Little Green Data Book 2017 [Електронний ресурс]. — World Bank, Washington DC. — Режим доступу: <http://documents.worldbank.org/curated/en/239271500275879803/pdf/117480-PUB-Date-6-29-2017-PUBLIC.pdf>
9. OECD-FAO Agricultural Outlook 2018–2027 [Електронний ресурс] / Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. — Режим доступу: https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/agr_outlook-2018-en.pdf
10. Organisation for Economic Cooperation and Development 2013 [Електронний ресурс] / OECD Compendium of Agri-environmental Indicators. — Режим доступу: <http://www.oecd.org>
11. Кваша Т.К. Вимірювання зеленого зростання в Україні: концепції, системи індикаторів, досвід формування та перспективи застосування: монографія / Т.К. Кваша, Л.А. Мусіна; за ред. Л.А. Мусіної. — К.: УкрІНТЕІ, 2015. — 280 с.
12. Яцук І.П. Екологічні індикатори зеленого зростання сільського господарства: монографія / І.П. Яцук, Л.І. Моклячук. — К.: ДІА, 2018. — 443 с.
13. Яцук І.П. Національні та регіональні індикатори «зеленого зростання» сільського господарства / І.П. Яцук, Л.І. Моклячук, А.М. Ліщук // Агро-екологічний журнал. — 2017. — № 3. — С. 7–17.
14. Періодична доповідь про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України: за результатами 9 туру (2006–2010 роки) агро-

- хімічного обстеження земель / За ред. І.П. Яцука. — К., 2015. — 120 с.
15. Наукові дослідження з моніторингу та обстеження сільськогосподарських угідь України: за результатами 10 туру (2011–2015 рр.) / за ред. І.П. Яцука. — К., 2017. — 66 с.
 16. *Яцук І.П.* Збалансований розвиток агроecosystem як основа стратегії «зеленого» зростання сільського господарства / І.П. Яцук // Агроecологічний журнал. — 2017. — № 2. — С. 31–37.
 17. Україна в рейтингу ecологічної ефективності у 2016 році [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://edclub.com.ua/analityka/ukrayina-v-reytingu-ekologichnoyi-efektyvnosti-u-2016-roci>
 18. Оцінювання ecологічного стану ґрунтів земель сільськогосподарського призначення / І.П. Яцук, Л.І. Моклячук, А.М. Ліщук, І.М. Городиська // Вісник аграрної науки. — 2017. — № 1. — С. 52–56.
 19. *Яцук І.П.* Сучасний стан та основні причини зміни родючості ґрунтів сільськогосподарських угідь України / І.П. Яцук, С.А. Романова; за ред. д-ра с.-г. наук В.Ф. Камінського // Шляхи підвищення ефективності використання землі в сучасних умовах. — К., 2016. — С. 75–83.

REFERENCES

1. OECD. Publishing. (2008). OECD environmental outlook to 2030. Organisation for Economic Cooperation and Development. www.oecd.org. Retrieved from <http://www.oecd.org/env/indicators...outlooks/40200582.pdf> [in English].
2. Stevens, C. (2011). Agriculture and Green growth. Report to the OECD. www.oecd.org. Retrieved from <http://www.oecd.org/greengrowth/sustainable-agriculture/48289829.pdf> [in English].
3. Payments for Environmental Services within the Context of the Green Economy. (2010). Natural Resources Management and Environment Department Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-al922e.pdf> [in English].
4. The future we want. Outcome of the UN Conference of Sustainable development. (2012). A/CONF.216/L.1 '12: United Nations Conference on Sustainable Development. (p. 53). Rio de Janeiro. Brazil [in English].
5. Narloch, U., Kozluk, T., & Lloyd, A. (2016). Measuring Inclusive Green Growth at the Country Level: Taking Stock of Measurement Approaches and Indicators. *GGKP Research Committee on Measurement & Indicators*. February 2016, 87. Retrieved from: <http://docslide.net/documents/measuring-inclusive-green-growth-at-the-country-level.html> [in English].
6. Inclusive Green Growth. The Pathway to Sustainable Development. (2012). Washington DC: International Bank for Reconstruction and Development. siteresources.worldbank.org. Retrieved from http://siteresources.worldbank.org/EXTSDNET/Resources/Inclusive_Green_Growth_May_2012.pdf [in English].
7. The Little Green Data Book 2016. (2016). International Bank for Reconstruction and Development. openknowledge.worldbank.org. Retrieved from <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/24543/9781464809286.pdf> [in English].
8. The Little Green Data Book 2017. (2017). World Bank, Washington DC. documents.worldbank.org. Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/239271500275879803/pdf/117480-PUB-Date-6-29-2017-PUBLIC.pdf> [in English].
9. OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027. (2018). OECD Publishing, Paris/Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. www.oecd-ilibrary.org. Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/agr_outlook-2018-en.pdf [in English].
10. Organisation for Economic Cooperation and Development. (2013). OECD Compendium of Agri-environmental Indicators. www.oecd.org. Retrieved from <http://www.oecd.org> [in English].
11. Kvasha, T.K., & Musina, L.A. (Eds.). (2015). *Vymiryuvannya zelenoho zrostannya v Ukraini: kontseptsiyi, systemy indyikatoriv, dosvid formuvannya ta perspektyvy zastosuvannya [Measurement of green growth in Ukraine: concepts, indicator systems, experience of formation and prospects of application]*. Kyiv: UkrINTEI [in Ukrainian].
12. Yatsuk, I.P., & Moklyachuk, L.I. (2018). *Ekolohichni indykatory zelenoho zrostannya sil's'koho hospodarstva: monohrafiya [Environmental indicators of green growth of agriculture: monograph]*. Kyiv: DIA [in Ukrainian].
13. Yatsuk, I.P., Moklyachuk, L.I., & Lishchuk, A.M. (2017). Natsional'ni ta rehional'ni indykatory «zelenoho zrostannya» sil's'koho hospodarstva [National and regional indicators of «green growth» in agriculture.]. *Ahroecologichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 3, 7–17 [in Ukrainian].
14. Yatsuk, I.P. (Ed.). (2015). *Periodychna dopovid' pro stan gruntiv na zemlyakh sil's'kohospodars'koho pryznachennya Ukrainy: za rezul'tatamy 9 turu (2006–2010 roky) ahrokhimichnoho obstezhennya zemel' [Periodic report on the state of soils on agricultural lands of Ukraine: on the results of the 9th round (2006-2010) of agrochemical survey of lands]*. Kyiv [in Ukrainian].
15. Yatsuk, I.P. (Ed.). (2017). *Naukovi doslidzhennya z monitorynhu ta obstezhennya sil's'kohospodars'kykh uhid' Ukrainy: za rezul'tatamy 10 turu (2011–2015 rr.) [Scientific research on monitoring and survey of agricultural lands in Ukraine: on the results of the 10 round (2011–2015)]*. Kyiv [in Ukrainian].
16. Yatsuk, I.P. (2017). Zbalansovany rozvytok ahroecosystem yak osnova stratehiyi «zelenoho» zrostannya sil's'koho hospodarstva [Balanced development of agro-ecosystems as the basis of the strategy

- of green growth of agriculture]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological journal*, 2, 31–37 [in Ukrainian].
17. Ukrayina v reytnhu ekolohichnoyi efektyvnosti u 2016 rotsi [Ukraine in the rating of environmental efficiency in 2016]. (n.d.). *edclub.com.ua*. Retrieved from <http://edclub.com.ua/analytika/ukrayina-v-reytingu-ekologichnoyi-efektyvnosti-u-2016-roci> [in Ukrainian].
18. Moklyachuk, L.I., Lishchuk, A.M., Horodys'ka, I.M., & Yatsuk, I.P. (2017). Otsynuyannya ekolohichnoho stanu gruntiv zemel' sil's'kohospodars'koho pryznachennya [Assessment of the ecological status of soils of agricultural land]. *Visnyk ahrarynoyi nauky* – *Bulletin of Agrarian Science*, 1, 52–56 [in Ukrainian].
19. Yatsuk, I.P., & Romanova, S.A. (2016). *Suchasnyy stan ta osnovni prychny zminy rodyuchosti gruntiv sil's'kohospodars'kykh uhid' Ukrayiny* [Current state and main reasons for the change of soil fertility in agricultural lands of Ukraine]. Shlyakhy pidvyshchennya efektyvnosti vykorystannya zemli v suchasnykh umovakh [Ways to improve the use of land in modern conditions]. V.F. Kaminsky (Ed.). Kyiv [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу
30.04.2019

УДК 504.06:622.33

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174013>

ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ПОРОДНИХ ВУГІЛЬНИХ ВІДВАЛІВ У АГРОЛАНДШАФТАХ

А.О. Зубов

Інститут агроекології і природокористування НААН

Проаналізовано механізм шкідливого впливу породних відвалів вугільних шахт на довкілля та розроблено алгоритм управління їх екологічною безпекою для агросфери. Досліджено процеси, що відбуваються під впливом метеорологічних чинників на поверхні породних відвалів вугільних шахт, наведено фізичні результати і агроекологічні наслідки цих процесів. Розроблено схему розвитку несприятливої екологічної ситуації на території, що межує з відвалами. Встановлено, що забруднення ґрунтів та водою важкими металами спричиняє погіршення якості сільськогосподарської продукції, вирощеної у регіоні досліджень, а забруднення повітря погіршує умови проживання населення. Запропоновано технологічні прийоми, що знижують інтенсивність потрапляння забруднювальних речовин з відвалів у навколишнє природне середовище та запобігають їх поширенню в агроландшафтах.

Ключові слова: відвальна порода, дефляція, водна ерозія, забруднення території, екологічна безпека.

Нині, за даними Б.С. Панова і Ю.А. Прокурні [1], у Донбасі налічується 1257 породних відвалів вугільних шахт-териконів, у т.ч. у Луганській обл. – 537, з яких 70 – це такі, що палають (за даними Управління екології та природних ресурсів Луганської обласної державної адміністрації). Внаслідок горіння [1], інтенсивної водної та вітрової ерозії поверхні відвалів є джерелами підвищеної екологічної небезпеки для десятків тисяч гектарів прилеглих земель [2–4]. Тому відповідно до чинних норм

навколо них має бути санітарно-захисна зона (СЗЗ) шириною не менше 500 м. Однак космічні знімки 78 відвалів, продемонстрували, що 72% з них межують із землями, на яких вирощується продукція рослинництва, зокрема: 38% – з присадибними ділянками, 18 – з орними землями і 16% – з кормовими угіддями [4]. Зауважимо, що на відстані до 500 м від передбачуваної СЗЗ частка вказаних ділянок сягає 80%.

Мета роботи – проаналізувати чинники шкідливого впливу породних відвалів вугільних шахт на довкілля і розробити алго-

ритм управління їх екологічною безпекою для агросфери вугледобувних регіонів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У роботі використовували результати власних спостережень та обстежень, проведених у агроландшафтах Луганської обл. з впровадженою контурно-меліоративною організацією території (колишнє ДСП «Ударник» Лутугинського р-ну та Просянська філія ТОВ «Родючість-2000» — колишній колгосп ім. Кірова Марківського р-ну), на породних відвалах вугільних шахт ПАТ «Лисичанськвугілля» та землях колишнього радгоспу «Лисичанський», електронні та друковані наукові джерела. Дослідження проводили з використанням загальноприйнятих польових та лабораторних методів: для вивчення водної ерозії — метод С.С. Соболева, для оцінки схильності відвальної породи до дефляції використовували авторську лабораторну аеродинамічну установку [5].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Обстеження території, що межує з відвалом шахти «Чорноморка», та аналіз численних космічних знімків інших відвалів засвідчує низку фактів про зміну стану ґрунту внаслідок ерозійного винесення значної маси породи. За даними С.Г. Воробйова [6], на прилеглий до відвалу території співвідношення вмісту у ґрунті рухомих форми елементів Cr; Cu; Pb до ГДК становить 5–7,5; 5 та 10,5–17,5, а екологічна ситуація оцінюється як кризова, кризова та катастрофічна відповідно. Це призводить до видимого пригнічення та навіть гибелі рослин. За даними Л.Г. Зубової [4] за вмістом Zn, Pb, Cu, Ni в озимій пшениці на території, що межує з цим териконом, екологічна ситуація є катастрофічною. На підставі узагальнення наукових джерел і результатів власних досліджень розроблено схему розвитку несприятливої екологічної ситуації на вказаній території і за її межами (рис. 1).

Шкідливий вплив відвалів вугільних шахт передусім зумовлено метеорологічними чинниками і відповідними поверхневи-

ми та внутрішніми процесами. До перших (рис. 1, блок 1) відносяться фізичний і хімічний вплив вологи атмосферних опадів, вітру і кисню повітря. До других (рис. 1, блок 2) слід віднести горіння породи [1], її хімічне вилуговування [7], вітрову та водну ерозію [2–4]. Наслідком вітрової ерозії (дефляції), за нашими даними, є винесення породи з інтенсивністю близько 157 т/га впродовж року, а через поверхневий стік талих і зливових вод спостерігаються вилуговування солей [2] і катастрофічне винесення породи, що сягає 1200 т/га.

У підсумку, перелічені процеси негативно впливають на навколишнє природне середовище (рис. 1, блок 3), що проявляється у надходженні продуктів горіння і дефляції породи в атмосферу, а розчинних і нерозчинних забруднювачів — до ґрунтового покриву, у річкову мережу і водойми, з якими межують близько 9 і 14% відвалів відповідно [4]. Негативними фізичними наслідками цього впливу (рис. 1, блок 4) є: забруднення повітря газами і пилом, кислотні дощі [1, 2, 4], відкладення на ґрунтовому покриві підкисленої породи у значних обсягах.

Так, бічне віднесення вітром породи, що відсипається на відвал, упродовж його формування досягає 12% її маси. За період відсіпання типового терикону заввишки 50 м навколо нього формується забруднена зона, що характеризується нагромадженням відкладеної породи не менше ніж 10 тис. т/га біля підніжжя відвалу. Унаслідок дефляції поверхні сформованих відвалів щорічно нагромаджується близько 60 т/га породи. Для відвалів є характерними і зсуви [4, 8], що призводять до повної деградації ґрунтового покриву через його засипання товщею породи.

Оскільки відвальної породи властиво низьке значення водневого показника рН (3,2–3,6), низка металів містяться в ній у водорозчинній формі і засвоюються рослинами, що спричиняє забруднення ґрунтів та погіршення якості продукції як рослинництва, так і тваринництва (блок 5). Забруднення водойм призводить до погіршення якості зрошувальної води, що теж

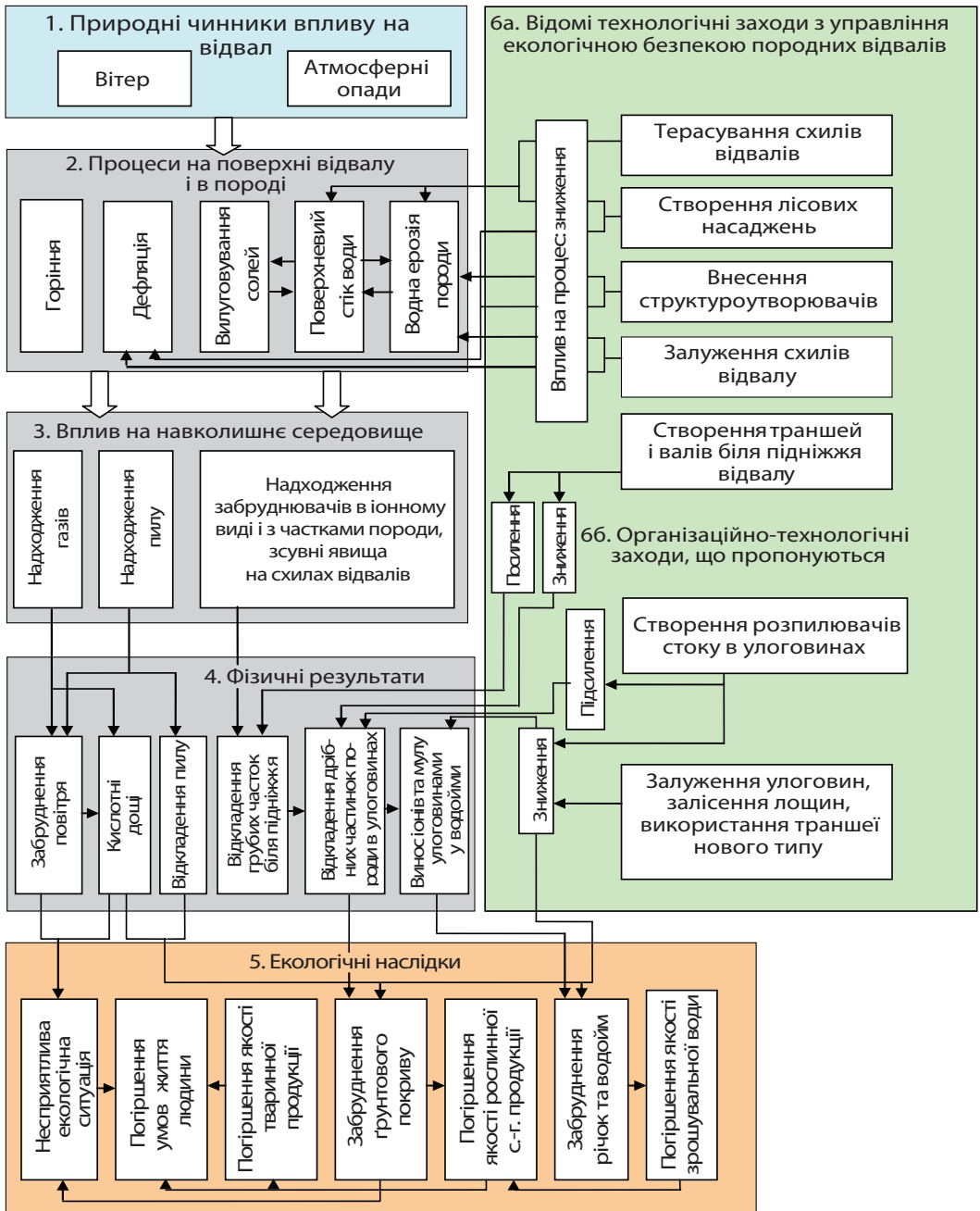


Рис. 1. Схема формування екологічної небезпеки відвалів і управління їх екологічною безпекою

зумовлює зниження якості сільськогосподарської продукції. Разом із забрудненням атмосфери погіршуються й умови життя людини.

Для управління екологічною безпекою відвалів щодо забруднювачів важливо всебічно дослідити механізм їх поширення в аграрному ландшафті.

Його ілюструє схема, наведена на рисунку 2.

Так, потоки вод поверхневого стоку несуть тверді і розчинені продукти ерозії і вилугування зі схилів відвалу. Як встановлено [6], у разі потрапляння потоків на прилеглу територію близько 90% породи, що виноситься, відкладається біля підніжжя відвалу або поблизу нього. Процес відкладення (акумуляції) сприяє наявності рослинності, траншей і валів, що залишилися від етапу гасіння відвалу або утворені з цією метою (рис. 1, блок 6). Однак найдрібніша і найрухливіша фракція розміром менше 0,25 мм, за даними С.Г. Воробйова [4, 6], може безперешкодно мігрувати з тимчасовими водними потоками, вносячи із собою щорічно понад 100 кг/га важких металів з поверхні відвалу.

Міграцію забруднювачів посилює наявність улоговин — первинних елементів суходільної гідрографічної мережі глибиною близько 1–2 м, які завжди формуються поблизу терикону або під ним, оскільки на схиливих землях вони розміщуються на відстані 90–180 м одна від одної [9].

У улоговинах концентрується поверхневий стік, тому частки породи (наноси) і розчинені забруднювальні речовини, що виносяться з відвалу, доволі швидко потрапляють до них. Як свідчать дослідження [4], порода стабільно виноситься навіть в маловодні роки, коли на полях ерозійні процеси призупиняються. У такі роки змита з відвалу маса накопичується на дні улоговин, а в багатоводні роки виноситься з поверхневим стоком у лощини та балки, а потім у водойми та річкову мережу.

Під час обробітку ґрунту його забруднена частина з дна улоговини поширюється докруг на 20–30 м, що підтверджується результатами ґрунтових аналізів і пригніченим станом сільськогосподарських культур [4].

Для перешкоджання поширенню забруднювачів уздовж улоговин пропонуємо вжиття відповідних заходів (рис. 1, блок 6б; рис. 3), як-от: влаштування в

улоговинах розпилювачів стоку (земляних перемичок з одним-двома водообходами), здатними, як встановлено дослідженнями [9], посилити процес акумуляції наносів. Локалізувати процес розповсюдження забруднювачів з дна улоговин на орних землях можна лише шляхом його залуження (рис. 3).

Запропоноване вжиття цих відомих у протиерозійній меліорації заходів [9] перешкоджатиме розмиванню забруднених відкладень, що сформувались в улоговинах раніше, і їх винесенню в гідрографічну мережу, тобто — це один з інструментів управління екологічною безпекою відвалів.

Для запобігання винесенню твердих і розчинених забруднювачів з відвалів на прилегли землі на кафедрі гідрометеороло-

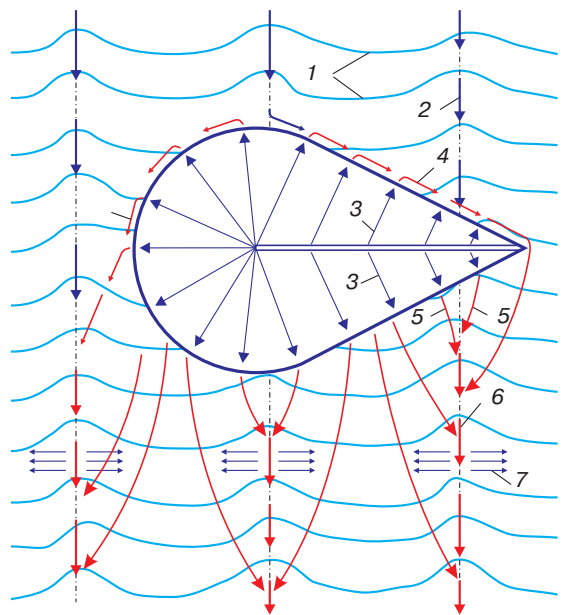


Рис. 2. Механізм дії емісії терикону в ландшафті: 1 — горизонталі місцевості; 2 — стік талих і зливових вод з вищого схилу вздовж тальвегу улоговини; 3 — стік води з частками породи (наносами) зі схилу відвалу; 4 — потік води з наносами вздовж підніжжя відвалу; 5 — продовження потоку зі схилу на поле; 6 — потік води з наносами вздовж тальвегу улоговини; 7 — поширення забруднювачів із дна улоговини під час обробітку поля

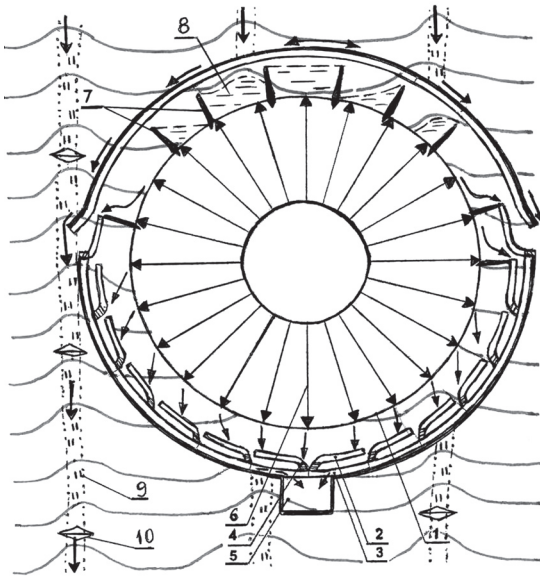


Рис. 3. Удосконалена інженерна ґрунтоводоохоронна система відвалу (вид зверху): 1 — периметр (підніжжя) відвалу; 2 — додаткові траншеї, куди надходить стік зі схилів відвалу; 3 — основна траншея-колектор, куди надходить вода з траншей (2) і далі — у відстійник; 4 — фільтрувальні перемички; 5 — водовідстійник; 6 — лінія стоку зі схилу відвалу; 7 — водозатримувальні шпори; 8 — ставочки води, що утворюються внаслідок дії шпор; 9 — залуження в улоговині; 10 — розпилувачі стоку в улоговині

гії Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (СНУ ім. В. Даля) запропоновано інженерну систему у вигляді комбінованої траншеї, яка відрізняється від раніше розробленого прототипу [10] наявністю додаткових водоприймальних відрізків, з'єднаних з нею за допомогою крейдяних фільтрів-габіонів [6]. Нами вдосконалено варіант такої траншеї (рис. 3) для двох відвалів шахти «Матроська» ПАТ «Лисичанськвугілля», переформованих в один з пласкою верхівкою (схему умовно відтворено у вигляді кола).

Сутність пропозиції полягає у відмові від використання відрізків траншей (2), розташованих вище верхньої половини основи відвалу за схилом, і у створенні в цій частині підніжжя відвалу водозатриму-

вальних шпор (7). Крім того, вал, який огорожує траншею, має два водовідвідних відгалуження, що перешкоджають потраплянню у відстійник (5) стоку з вищезрештованої території.

Перешкоджаючи винесенню в улоговини забруднювальних часток, запропонована система не перешкоджає їх переміщенню з вітровими потоками. Своєю чергою, крім винесення забруднених відкладень з дна незалужених улоговин, в багатоводні роки відбувається ерозія ґрунтового покриву на їх водозбірній площі. Оскільки ці ділянки інтенсивно забруднюються внаслідок відкладення продуктів дефляції, під час стоку забруднювачі виносяться з них в улоговини, а потім у річки та водойми.

Тому найбільш радикальним способом управління екологічною безпекою відвалів є зниження інтенсивності водної та вітрової ерозії їх поверхні. Найбільш відомий і визнаний спосіб досягнення цієї мети — лісова рекультивація. Перші спроби вирощування лісу на териконах було здійснено Інститутом лісівництва АН УРСР у 1949–1951 рр. Пізніше співробітники Української сільськогосподарської академії (УСГА, НУБіП України) і Донецького ботанічного саду розробили нові методи озеленення та захисно-декоративного залісення териконів вугільних шахт. Згідно із розробкою УСГА, закладці лісонасаджень на териконах передують мікротерасування їх укосів [11]. За рекультивації териконів відповідно до способу Донецького ботанічного саду рекомендується переформування конічного відвалу в плоский, зменшення похилу укосів, формування на них бульдозером великих терас і мікротерасування схилів між ними [12].

Залісення добре себе зарекомендувало не тільки як протидефляційний, але й як протиерозійний прийом, що сприяє повному припиненню процесу водної ерозії на відвалах.

ВИСНОВКИ

Аналіз екологічних ризиків свідчить, що для ефективного зниження екологіч-

ної небезпеки вугільних відвалів необхідно комплексне вжиття заходів, спрямованих як на локалізацію породи біля їх підніжжя і на дні улоговин прилеглої території, так і заходів, що найбільш радикально

вирішують питання зі зниження винесення породи і розчинених речовин з укосів відвалів — основного чинника небезпеки. Найуспішніше останнє завдання можна виконати у спосіб залісення відвалів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Панов Б.С. Модель самовозгорання породних отвалов угольных шахт Донбасса / Б.С. Панов, Ю.А. Прокурня // Геология угольных месторождений: Межвузовский научный тематический сборник. — 2002. — Вып. 12. — С. 274–281.
2. Смирный М.Ф. Экологическая безопасность терриконовых ландшафтов Донбасса: монография / М.Ф. Смирный, Л.Г. Зубова, А.Р. Зубов. — Луганск: Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2006. — 232 с.
3. Горовой А.Ф. Отходы добычи и переработки углей — источники загрязнения окружающей среды и минерального сырья / А.Ф. Горовой // Геология угольных месторождений: межвузовский научный тематический сборник. — 2002. — Вып. 12. — С. 285–290.
4. Терриконы: Монография / Л.Г. Зубова, А.Р. Зубов, А.А. Зубов и др. — Луганск: Ноулидж, 2015. — 712 с.
5. Пат. 53815 Україна, МПК (2009) F 15 C 1/00. Аеродинамічна установка для моделювання процесу вітрової ерозії ґрунтів та гірських порід / О.Р. Зубов, А.О. Зубов; заявник і патентовласник Східноукраїн. нац. ун-т ім. В. Даля. — № u 201001729; заявл. 18.02.10; опубл. 25.10.10, Бюл. № 20.
6. Воробіюв С.Г. Захист ландшафтів від надходження забруднюючих речовин із відвалів крупнотонажних промислових відходів / С.Г. Воробіюв // Екологічна безпека. — 2010. — № 2 (10). — С. 57–61.
7. Кроик А.А. Прогнозирование загрязнения подземных вод в угледобывающих районах / А.А. Кроик // Уголь Украины. — 2002. — № 6. — С. 40–41.
8. Макаришина Ю.І. Дослідження механічного складу породи та ґрунту в зсувних зонах породного відвалу шахти сел. Сутоган / Ю.І. Макаришина // Екологічна безпека держави: тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів. — К.: НАУ, 2013. — С. 73–74.
9. Зубов А.Р. Формирование эрозионно-устойчивых агроландшафтов в бассейне Северского Донца: монография / А.Р. Зубов, И.Г. Зыков, А.Г. Тарарико. — Волгоград: ГНУ «ВНИАЛМИ», 2010. — 240 с.
10. Пат. 44217 Україна, МПК (2009) E03F 1/00, F15C 1/00, E02B 13/00. Спосіб захисту території, прилеглої до відвалів вугільних шахт, від забруднення / С.Г. Воробіюв, О.Р. Зубов, Л.Г. Зубова; заявник і патентовласник Східноукраїн. нац. ун-т ім. В. Даля. — № u200903485; заявл. 10.04.09; опубл. 25.09.09, Бюл. № 18.
11. Логінов Б.Й. Умови росту лісонасаджень та результати дослідів на терриконах Донбасу / Б.Й. Логінов, Л.С. Кірічек, Г.С. Корецкий // Наукові праці УСГА. — 1972. — Вип. 64. — С. 39–45.
12. Рева М.Л. Опыт озеленения терриконов Донбасса / М.Л. Рева, В.И. Бакаланов // Растения и промышленная среда: материалы I Украинской научной конференции. — К.: Наукова думка, 1968. — С. 28–31.

REFERENCES

1. Panov, B.S. & Proskurnia, Yu.A. (2002). Model samovozgoraniia porodnykh otvalov ugolnykh shakht Donbassa [Model of spontaneous combustion of waste dumps of coal mines of Donbass]. *Geologija ugol'nyh mestorozhdenij — Geology of coal deposits*, 12, 274–281 [in Russian].
2. Smirnyi, M.F., Zubova, L.H. & Zubov, A.R. (2006). *Ekologicheskaiia bezopasnost terrikonovykh landshaftov Donbassa [Ecological safety of waste dumps landscapes of Donbass]*. Luhansk: Izd-vo VNU im. V. Dalia [in Russian].
3. Horovoi, A.F. (2002). Otkhody dobychi i pererabotki uglei — istochniki zagriazneniia okruzhaiushchei sredy i mineralnogo syr'ia [Wastes of coal mining and processing — sources of environmental pollution and minerals]. *Geologija ugol'nyh mestorozhdenij — Geology of coal deposits*, 12, 285–290 [in Russian].
4. Zubova, L.H., Zubov, A.R., Zubov A.A., Kharlamova, A.V., Vorobiov S.H., Makarishina, Yu.I. et al. (2015). *Terrikony [Waste dumps of coal mines]*. Luhansk: Noulidzh [in Russian].
5. Zubov, O.R., Zubov, A.O. (2010). Aerodynamichna ustanovka dlia modeliuвання protsesu vitrovoi erozii ґruntiv ta hirskykh porid [Aerodynamic plant for modeling the process of wind erosion of soils and rocks]. *Patent No. 53815, Ukraine, MPK (2009) F15C 1/00; № u 201001729; 18th February 2010; 25th October 2010, Biul. No. 20. Ukraine* [in Ukrainian].
6. Vorobiov, S.H. (2010). Zakhyst landshaftiv vid nadkhodzheniia zabrudniuuyuchykh rehovyn iz vidvaliv krupnotonazhnykh promyslovykh vidkhodiv [Protection of landscapes from the receipt of pollutants from dumps of large-scale industrial waste]. *Ekologichna bezpeka — Ecological safety*, 2(10), 57–61 [in Ukrainian].
7. Kroik, A.A. (2002). Prohnozirovanie zagriazneniia podzemnykh vod v ugledobyvaiushchikh raionakh [Prediction of groundwater pollution in coal mining

- areas]. *Uhol Ukrainy — Coal of Ukraine*, 6, 40–41 [in Russian].
8. Makaryshyna, Yu.I. (2013). Doslidzhennia mekhanichnoho skladu porody ta igruntu v zsvnykh zonakh porodnoho vidvalu shakhty sel. Sutohan [Investigation of the mechanical composition of the rock and soil in the shifting zones of the waste dump of the mine vill. Sutogan]. Proceedings from the Ecological safety of the state '13: *Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia molodykh uchenykh ta studentiv — All-Ukrainian scientific and practical conference of young scientists and students*. (pp. 73–74). Kyiv: NAU [in Ukrainian].
 9. Zubov, A.R., Zykov, I.H. & Tarariko, A.H. (2010). *Formirovaniie eroziionno-ustoiichivnykh agrolandshaftov v basseinie Severskooho Dontsa [Formation of erosion-resistant agricultural landscapes in the basin of the Seversky Donets]*. Volhohrad: HNU «VNIALMI» [in Russian].
 10. Vorobiov, S.H., Zubov, O.R., Zubova, L.H. (2009). Sposib zakhystu terytorii, prylehloi do vidvaliv vuhilnykh shakht, vid zabrudnennia [Method of protection of the territory adjacent to the dumps of coal mines, from pollution]; *Patent No. 44217, Ukraina, MPK (2009) E03F 1/00, F15C 1/00, E02B 13/00. № u200903485; 10th April 2009; 25th September 2010, Biul. No. 18. Ukraine* [in Ukrainian].
 11. Logginov, B.Y., Kirichek, L.S. & Koretskii, G.S. (1972). Umovy rostu lisonasadzhen ta rezultaty doslidiv na terykonakh Donbasu [The conditions of forest plantations growth and results of experiments on the waste dumps of Donbass]. *Naukovi pratsi USGA — Scientific works of Ukrainian Agrarian Academy. Issue 64*, 39–45 [in Ukrainian].
 12. Reva, M.L. & Baklanov, V.Y. (1968). Opyt ozeleneniia terrikonov Donbassa [The experience of afforestation of waste dumps of Donbass]. Proceedings from the Plants and industrial environment '68: *I Nauchnaia konferentsiia — 1st Scientific Conference*. (pp. 28–31). Kyiv: Naukova dumka [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу
07.03.2019

УДК 574.2:581.5(477.53)

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174014>

ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНА ТА ОСЕЛИЩНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОЛИНИ р. СЛІПОРІД ЯК ПЕРСПЕКТИВНОГО ОБ'ЄКТА СМАРАГДОВОЇ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ

І.В. Соломаха¹, В.Л. Шевчик², О.В. Шевчик²

¹ Інститут агроекології і природокористування НААН

² ННЦ «Інститут біології та медицини» КНУ імені Тараса Шевченка

Наведено фізико-географічну характеристику долини р. Сліпорід, яка поєднує яружно-балкові системи, долини, заплави та водойми різного типу, а також спонтанно сформовані лісові масиви. Різноманіття екоотів та біотопів, що входять до переліку оселищ Резолюції № 4 Бернської конвенції, надає змогу розглядати цю територію як перспективний об'єкт Смарагдової мережі України. Встановлено 12 оселищ Смарагдової мережі та наведено їхню загальну характеристику. Здійснено загальну оцінку ботанічної складової різноманіття типів рослинності та укладено реєстр рідкісних рослин цієї території. На основі проведених досліджень встановлено, що із загальної кількості видів: 9 — занесено до Червоної книги України, 1 — до Європейського червоного списку, 2 — до Додатку 1 Бернської конвенції, 4 — до Смарагдової мережі України.

Ключові слова: долина р. Сліпорід, Смарагдова мережа, оселища, рідкісні рослини.

Головною ідеєю формування і розширення мережі природоохоронних територій є збереження залишків природних комплексів автохтонного походження, в яких зафіксовано як рідкісні, так і характерні

для регіону види біоти та біотопи [1, 2]. З огляду на надмірну розораність території Лівобережного Лісостепу та Степу, критично важливим є своєчасне визначення тих територіальних об'єктів, що мають слугувати «опорними та комунікуючими»

елементами майбутньої екологічної мережі. Такими у вказаних регіонах насамперед є яружно-балкові системи та долини малих річок, що тривалий час не розорювались через небезпеку активної ерозії ґрунтів. Відомі дослідження науковців дають підстави стверджувати про перспективність долини р. Сліпорід як об'єкта Смарагдової мережі України. Наразі цю територію охарактеризовано лише в зоологічному аспекті [3]. Метою роботи є висвітлення природоохоронної значущості вказаної території в екологічному, біотичному та ценотичному аспектах.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Рекогносціювальні дослідження проводили маршрутним методом. Назви таксонів наведено згідно із чеклістом [4]. Збір гербарію та його опрацювання здійснювали

за стандартною методикою. Описи ділянок рослинності, до складу якої входять рідкісні види, здійснювали згідно із загальноприйнятими методиками. Пробні площі закладали у природних межах фітоценозів. Для лісових угруповань вибирали ділянки площею 25×25 м, для лучно-степових, лучних та болотних — 5×5 м. Типи біотопів визначали за відповідними сучасними літературними джерелами [3, 5, 6].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Територія проєктованого «смарагдового об'єкта» — долина р. Сліпорід (4250,2 га) розміщується в адміністративних межах Гребінківського, Оржицького та Лубенського районів Полтавської області й відноситься до Континентального біогеографічного регіону Смарагдової мережі України (Emerald Network) (рис.) [3].

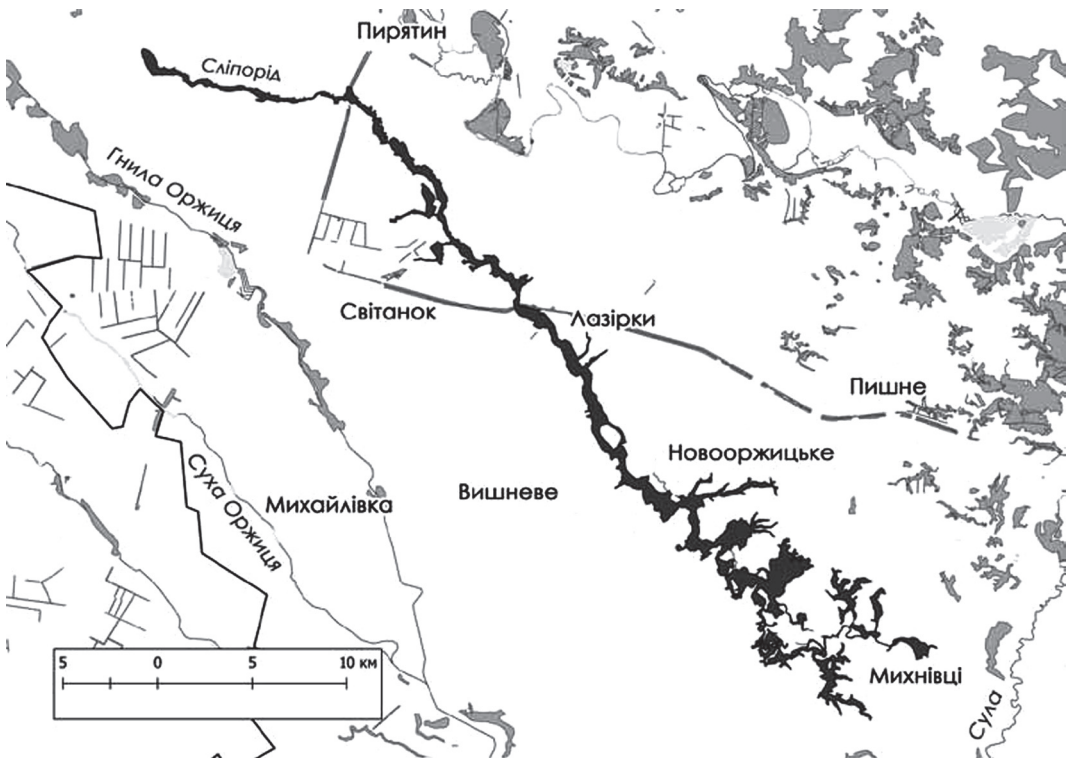


Схема розміщення території долини р. Сліпорід як перспективного об'єкта Смарагдової мережі

Згідно із фізико-географічним районуванням України досліджувана територія розміщується в межах Північнопридніпровської терасової низовинної області Лівобережнодніпровського краю лісостепової зони Східноєвропейської рівнини [7]; з геоботанічним — Лівобережнодніпровський округ липово-дубових, грабово-дубових, соснових (на терасах) лісів, лук, галофітної та болотної рослинності Української лісостепової підпровінції Східноєвропейської лісостепової провінції дубових лісів, остепнених лук та лучних степів лісостепової підобласті (зони) Євразійської степової області [8].

Вирівняні поверхні міжрічкових плато — майже повністю розорані. Долина р. Сліпорід має слабо виражений терасований характер і утворює улоговинне зниження, куди потрапляють поверхневий стік та підземні води, що дренуються неглибокими давньосформованими й добре задернованими яружно-балковими системами серед плоских та дещо нахилених поверхонь ле-

сових терас. Наразі русло річки у середній та нижній течії є спрямленим.

Ландшафтний комплекс долини р. Сліпорід у фітосозологічному аспекті становить значний інтерес, насамперед через чисельне різноманіття і відносно задовільну збереженість популяцій рідкісних для регіону й охоронних в Україні видів рослин. Деякі види і біотопи для їх збереження у Європі потребують створення територій особливої охорони [5]. Зокрема, на цій території існують оселища, що входять до переліку Резолюції № 4 Бернської конвенції (табл.).

Оселища C1.222 (вільноплаваючі монодомінантні скупчення *Hydrocharis morsus-ranae*) трапляються тут фрагментарно на невеликих площах. Зокрема, вони зрідка поширюються на ділянки русла між селами Високе та Олександрівка та частіше — на заводях стоячої води вздовж звивистого русла в районі сіл Новоселівка та Почаївка.

Значно частіше, і фактично вздовж усього русла, на поверхні стоячої чи повільної

Оселища долини р. Сліпорід, що затверджені Резолюцією № 4 Бернської конвенції *

Resolution 4 Habitat type				Site assessment			
Code	NP	Cover [ha]	Data quality	A B C D	A B C		
				Representativity	Relative Surface	Conservation	Global
C1.222		0.2	G	D	C	C	C
C1.32		10.0	G	C	C	A	C
C1.33		1.0	G	D	C	B	C
C2.34		1.0	G	C	C	C	C
C3.4		0.1	G	D	C	C	C
D5.2		200.0	G	B	C	B	C
E1.2		500	M	A	C	B	C
E2.2		1000	M	B	C	C	C
F3.247		100.0	G	C	C	B	C
F9.1		0.5	G	D	C	C	C
G1.11		500.0	G	B	C	A	C
G1.41		1000	G	B	C	B	C

Примітка: * табличні дані заповнені згідно з методикою [9].

течі трапляються оселища С1.32 (вільно-плаваюча рослинність евтрофних водойм). На затінених ділянках русла шириною 3–7 м суцільно домінує *Lemna minor* L. з колоніями нитчастих водоростей. На відкритих мілководдях з добре прогріваними водами зафіксовано угруповання із співдомінуванням *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.

На деяких ділянках русла фрагментами вкраплюються оселища С1.33 (уко-рінена занурена рослинність евтрофних водойм). Так, на південній околиці с. Черевки (49°59'28.0"N 32°44'23.5"E) посередні руслу річки трапляються угруповання асоціацій *Elodeetum canadensis* (Pignatti 1953) Passarge 1964, *Potamogetonetum nantantis* Соб 1927, які займають площу понад 1 ар. Уздовж берегової лінії фрагментарно поширюється асоціація *Potamogetonetum crispum* Соб 1927. Доволі часто на ділянках із сповільненою течією трапляється угруповання асоціації *Ceratophylletum demersii* Соб 1928.

Оселища С2.34 (евтрофна рослинність повільно текучих річок) також спостерігаються на південних околицях с. Черевки. Прируслові ділянки мілководдя зайняті угрупованнями з домінуванням *Siella erecta* (Huds.) M. Pimen, рідше домінують *Veronica anagalis-aquatica* L., *Sparganium emersum* Rehmann.

Оселища С3.4 (зарості низькорослої прибережно-водної та земноводної рослинності незначної кількості видів) спорадично виникають фрагментами угруповань з домінуванням *Eleocharis palustris* (L.) Roem. ex Schult. та *Rorippa amphibia* (L.) Besser.

Оселища D5.2 (зарості високорослих осонок, переважно без застою води) займають доволі значні площі у найнижчих ділянках заплави, що ненадовго весною затоплюються водою. Характерними для них є болотисті луки з домінуванням осонок, як-от: *Carex acuta* L., *C. acutiformis* Ehrh., *C. riparia* Curtis, рідше *Carex melanostachya* Vieb. ex Willd.

На південних околицях с. Черевки (49°59'28.0"N 32°44'23.5"E), на зниженнях до спрямленого русла, поширюються угру-

повання високотравних заболочених лук, які займають площу в декілька гектарів, де домінують *Carex acutiformis*, *Poa palustris* L., *Urtica pubescens* Ledeb., *Humulus lupulus* L. Зрідка трапляються *Symphytum officinale* L., *Stachys palustris* L., *Galium rivale* (Sm.) Griseb., *Ranunculus repens* L., *Carex riparia*; прируслові смуги зайняті угрупованнями формацій *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Scirpus sylvaticus* L.

У Черевківському яру тальвегом основної балки, спрямованої з північного сходу на південний захід, протікає вузький водотік, що в посушливі роки може пересихати. Для цього біотопу характерними є угруповання прибережно-водної та болотної рослинності. Уздовж струмка тягнуться угруповання з домінуванням *Glyceria maxima*, *Typha latifolia* L., *Carex acutiformis* із типовим гідрофілієм різнотрав'ям: *Eupatorium cannabinum* L., *Ptarmica cartilaginea* (Ledeb.) Ledeb., *Lythrum virgatum* L., *Sonchus palustris* L., *Scutellaria galericulata* L., *Lycopus europaeus* L.

Доволі значні площі у межах цієї території займають оселища E1.2 (багаторічні трав'яні угруповання на вапняках та степах, а на території Лісостепу — це лучні стеги). Степові схили балок є місцями зростання рідкісних ранньовесняних рослин. Для цього типу оселищ характерно різноманіття рослинних угруповань з чисельними популяціями созофітів. Флористичне ядро степових ценозів формують типові ксерофітні та мезоксерофітні види лучно-степового різнотрав'я: *Medicago romanica* Prod., *M. lupulina* L., *Vicia cracca* L., *V. villosa* Roth, *Coronilla varia* L., *Lathyrus tuberosus* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Salvia stepposa* Shost., *S. pratensis* L., *S. nutans* L., *Fragaria viridis* Duch., *Thymus marschallianus* Willd., *Nonea pulla* (L.) DC., *Verbascum phoeniceum* L., *Falcaria vulgaris* Bernh., *Gypsophila paniculata* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Campanula sibirica* L., *Plantago media* L., *P. lanceolata* L., *Euphorbia sequierana* Neck., *E. stepposa* Zoz, *Artemisia austriaca* Jacq., *Scabiosa ochroleuca* L., *Polygala comosa* Schkuhr., *P. podolica* DC., *Jurinea arachnoidea* Bunge тощо. Із злаків

часто трапляються *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *E. intermedia* (Host) Nevski, *Hierochloë odorata* (L.) Beauv., із різнотрав'я — *Gallium ruthenicum* Willd., *Trifolium medium* L., *Inula salicina* L., *Filipendula vulgaris* Moench.

Так, поблизу с. Ісківці південні й південно-західні схили лесових терас крутизною 40–50° понад долиною р. Сліпорід зайняті природними лучними степами площею до 100 га. На пробній ділянці з проективним покриттям травостою до 50% переважають *Carex praecox* Schreb. (15%), *Artemisia austriaca* (10), *Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv. (5), *Salvia nemorosa* L. (10%), *Achillea nobilis* L. (+), *Convolvulus arvensis* L. (5%), *Astragalus dasyanthus* Pall. (+), *Lactuca serriola* L. (+), *Verbascum lychnitis* L. (+), *Falcaria vulgaris* (+), *Crepis foetida* L. (+), *Achillea stepposa* Klokov ex Krytzka (+), *Berteroa incana* (L.) DC. (+), *Sisymbrium polyphyllum* Phil. (+), *Medicago falcata* L. (5%), *Tragopogon dubius* Scop. (+), *Iris hungarica* Waldst. ex Kit (+), *Asperula cynanchica* L. (+).

Значні площі в цих умовах займають популяції *Astragalus dasyanthus* та *A. austriacus* Jacq. На схилах зафіксовано єдину куртину *Jurinea cyanoïdes* (L.) Rchb. (10 рослин) та *Astragalus dasyanthus* (кілька тисяч рослин). На цій території трапляється близько 20 куртин *Iris hungarica*, переважно з 10–15 генеративними пагонами, а також ділянки (понад 50 га) давньоорних сіяних лук, що наразі перебувають в стадії довгокореневищних видів (*Carex hirta* L., *Trifolium pratense* L., *Elytrigia repens*).

Між селами Черевки й Новооржицьке на середній і приверхівковій частинах південного схилу лесової тераси до р. Сліпорід домінують: *Botriochloa ischaemum* (L.) Keng, *Elytrigia intermedia*, *Stipa capillata* L. У приверхівковій частині схилу південної експозиції крутизною 25–30° проективне покриття травостою становить близько 75%, зокрема, це види: *Achillea stepposa* (+), *Medicago falcata* (+), *Salvia nutans* (20%), *Stipa capillata* (50), *Eryngium campestre* L. (5), *Astragalus austriacus* (3%), *Senecio jacobaea* L. (+), *Potentilla canescens* Besser (+), *Verbascum phoeniceum* (+). Також зафіксовано куртини площею близько 10 м² з до-

мінуванням *Carex caryophyllea* Latourg. На цьому самому схилі куртинами зростають *Jurinea cyanoïdes* (близько 10 м²) та *Iris hungarica* (5 м²) — види Смарагдової мережі.

Існують дані [10] про чисельні угруповання багатьох рідкісних видів фітобіоти в Черевківському яру, що входить у систему стоку р. Сліпорід, зокрема: *Crocus reticulatus* Stev. ex Adam., *Bulbocodium versicolor* (Ker.-Gawl.) Spreng., *Hyacinthella leucophaea* (C. Koch) Schur, *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *P. pratensis* (L.) Mill., *Muscari neglectum* Guss. ex Ten., *Adonis vernalis* L., *A. wolgensis* Steven. ex DC. Схили балки на багатьох ділянках займають ценози *Stipa capillata* — виду, включеного до Червоної книги [11], а його угруповання — до Зеленої книги України [12].

Щодо ландшафтності, місцевість репрезентує розгалужену яружно-балкову систему в долині р. Сліпорід (басейн нижньої Сули), де формуються різноманітні природні комплекси. У геоботанічному аспекті переважають угруповання лучних степів північного варіанта із домінуванням *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin, *Poa angustifolia* L., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Elytrigia intermedia*, які зростають вздовж балкових відгалужень ухилом 30–45°, шириною — в середньому 300–400 м.

На південних околицях с. Черевки (49°59'28.0"N 32°44'23.5"E), у нижній частині схилу, домінує *Bromopsis inermis* із лучно-степовим різнотрав'ям. У верхній частині схилу домінує *Poa angustifolia* і *Bromopsis inermis*. Трапляються популяції з *Chamaecytisus austriacus* (L.) Link, *Thymus marschallianus*, *Ranunculus illyricus* L., *Thalictrum simplex* L. На північному схилі зафіксовано популяцію *Fragaria viridis*. Підніжжя лесових схилів заселяє формація *Festuca pratensis* Huds. з багатим різнотрав'ям і бобовими (*Ranunculus acer* L., *Melilotus albus* Medik, *Trifolium repens* L., *Centaurea jacea* L.).

На південно-західному схилі між селами Михнівці і П'ятигірці, від підніжжя схилу до його середини, розкинувся лучний степ з домінуванням *Carex praecox* і *Poa*

angustifolia. У приверхівковій частині схилу домінує *Stipa capilata*. Серед різнотрав'я відзначено чисельну популяцію *Centaurea phrygia* L., *Ranunculus illyricus*, *Chamaecytisus austriacus*, *Salvia pratensis*, *S. nemorosa*. Куртинами домінують *Bromopsis inermis*, *Elytrigia intermedia*, *Artemisia austriaca*, *Steris viscaria* (L.) Raf.

На цій території виявлено значні площі оселища F3.247 (понтично-сарматські листопадні чагарникові зарості), які також часто трапляються на схилах лесової тераси вздовж усього маршруту. Популяції *Rosa rubiginosa* L. і *Chamaecytisus austriacus* займають, загалом, близько 10 ар, також зафіксовано місцезростання *Rhamnus cathartica* L. На цих схилах на площі близько 5 га зростають зарості *Crataegus pseudokyrtostyla* Klok. Зіткненість чагарникового ярусу – 0,7, проєктивне покриття травостою – 20%, зокрема: *Crataegus pseudokyrtostyla* (50%), *Corylus avellana* (L.) H.Karst. (5), *Ulmus glabra* Huds. (5), *Euonymus verrucosa* Scop. (3), *Euonymus europaeus* L. (3), *Acer tataricum* L. (3), *Stellaria holostea* L. (10), *Viola hirta* L. (2%), *Carex muricata* L. (+), *Glechoma hirsuta* Waldst. ex Kit. (3%), *Carex michelii* Host (3%), *Galium aparine* L. (+), *Geum urbanum* L. (+), *Phlomis tuberosa* L. (+), *Poa nemoralis* L. (+), *Carex praecox* (+), *Rhamnus cathartica* (+), *Ulmus minor* Mill. (+). У приверхівковій частині схилу трапляється формація *Prunus spinosa* L.

Оселища E2.2 (рівнинні сінокісні луки) є значними масивами і повсюдно займають рівнинні, хвилясто нахилені поверхні від підніжжя схилів лесових терас до русла р. Сліпорід. Біля самого підніжжя схилу лесової тераси в південних околицях с. Черевки з проєктивним покриттям травостою близько 70% зростають види: *Poa pratensis* L. (5%), *Ranunculus acris* L. (3%), *Agrimonia eupatoria* (+), *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó (1%), *Galium verum* L. (30), *Carex acuta* (5%), *Linaria vulgaris* Mill. (+), *Sonchus palustris* L. (10%), *Festuca pratensis* (3%), *Valeriana officinalis* L. (+), *Eupatorium cannabinum* (+), *Equisetum pratense* Ehrh. (+), *Lathyrus pratensis* L. (+), *Anthyllis macrocephala* Wender. (+), *Euphorbia virgata* Waldst.

ex Kit. (+), *Cirsium esculentum* (Siev.) C.A. Mey. (+). Загалом, більшість територій лук займають формації *Poa pratensis* та *Festuca pratensis*. Також спостерігаються чисельні популяції *Leucanthemum vulgare* Lam., *Trifolium pratense*, *Veronica chamaedrys* L., *Ranunculus acris*. Трапляються великі ділянки з угрупованнями союзу *Alopecurion pratensis* Passarge 1964 (*Alopecurus pratensis* L. + *Poa palustris*).

На незначних гривастих підвищеннях із загальним проєктивним покриттям травостою близько 80% зростають види: *Trifolium pratense* (20%), *Ranunculus acris* (+), *Ononis arvensis* L. (+), *Festuca valesiaca* (40%), *Agrimonia eupatoria* (+), *Potentilla reptans* L. (+), *Plantago lanceolata* (10%), *Medicago lupulina* (3%), *Linum catharticum* L. (+), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (+), *Veronica prostata* L. (+), *Galium verum* (+), *Cichorium intybus* L. (+), *Potentilla argentea* L. (+).

Луг на заплаві р. Сліпорід поблизу с. Ісківці має площу близько 30–40 га. На піднятих ділянках здебільшого домінують в травості з проєктивним покриттям 80% такі види: *Festuca arundinacea* Schreb. (40%), *Carex diluta* Bieb. (10), *Poa pratensis* (10%), *Trifolium pratense* (+), *Ranunculus acris* (5%), *Achillea millefolium* L. (5%), *Ononis arvensis* (+), *Carum carvi* L. (+), *Astragalus glycyphyllos* L. (+), *Festuca valesiaca* (+), *Agrimonia eupatoria* (+), *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H. Wigg (+), *Carex hirta* L. (+), *C. muricata* (+), *Dactylorhiza incarnata* (+).

На техногенних зниженнях з більшим зволоженням низький густий травостій з проєктивним покриттям 100% утворюють види: *Eleocharis palustris* (25%), *Potentilla reptans* (10), *Inula salicina* L. (15), *Lysimachia nummularia* L. (10), *Roripa sylvestris* (L.) Besser (10), *Ranunculus repens* (10%), *Carex hirta* (+), *Alopecurus geniculatus* L. (+), *Galium palustre* L. (+), *Potentilla anserina* L. (5%), *Mentha arvensis* L. (+), *Juncus tenuis* Willd. (+), *J. gerardii* Loisel (+), *Carex lachenalii* Schkuhr (+).

На периферії лучно-степових ділянок та попід схилами Черевківського яру формуються лучні ценози з домінуванням *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Elytrigia repens*,

на засоленних ґрунтах — *Festuca orientalis* (Hack.) V. Krecz. Флористичне ядро утворюють типові лучні види: *Trifolium pratense*, *Lotus ucrainicus* Klok., *Achillea submillefolium* Klok. et Krytzka, *Daucus carota* L., *Cerastium holosteoides* Fries., *Cichorium intybus*, *Stellaria graminea* L., *Ononis arvensis* тощо. Чисельними є *Leucanthemum vulgare*, *Campanula rotundifolia* L., *Filipendula vulgaris*, *Rumex acetosa* L., що під час квітвання створюють особливий декоративний ефект. Також зрідка трапляються мало поширені в регіоні угруповання *Briza media* L. [10].

На цих територіях нами зафіксовано поодинокі рослини *Dactylorhiza incarnata*. За інформацією від місцевих жителів, на цій ділянці в деякі роки спостерігається доволі висока їх чисельність.

У долині р. Сліпорід між селами Високе та Олександрівка виявлено лучну ділянку площею близько 60 га. На луках переважно домінують *Festuca pratensis* і *Poa pratensis*; на зниженнях — *Carex acuta* та *Cirsium esculentum*, а також чисельна популяція *Valeriana officinalis* та окремі фрагменти з переважанням *Equisetum arvense* L. (80%). На більшості цих площ зростають кореневищні види, що є наслідком недавнього розорювання ділянки.

Вологі заторфовані луки, ймовірно затоплювані весною, поширюються на південному схилі лесової тераси до р. Сліпорід між селами Черевки та Новооржицьке, проективне покриття травостою — 100%. У ньому зростають *Phalaris arundinacea* L. (3%), *Poa trivialis* L. (+), *Juncus atratus* Krock. (30%), *Carex hirta* (20), *C. vulpina* L. (5), *Potentilla anserina* (5), *Ranunculus repens* (10), *Poa pratensis* (5%), *Carex nigra* (L.) Reichard (+), *Eleocharis palustris* (5%), *Anacamptis palustris* (Jacq.) R.M. Bateman, Pridgeon et M.W. Chase (+), *Alopecurus pratensis* (5%), *Festuca pratensis* (20), *Equisetum arvense* (20), *Cirsium oleraceum* (L.) Scop. (10), *Carex praecox* (10%).

Між селами Черевки й Новооржицьке на луці від підніжжя південного схилу лесової тераси й до русла річки розрізненими особинами трапляються орхідеї, зокрема і *Anacamptis palustris* — близько 30 рослин,

та *Dactylorhiza incarnata* (10 рослин). У травостої з проективним покриттям 100% зафіксовано: *Juncus atratus* (5%), *Potentilla anserina* (5), *Poa pratensis* (5%), *Anacamptis palustris* (+), *Festuca pratensis* (20%), *Equisetum arvense* (20), *Cirsium oleraceum* (10), *Carex praecox* (10%), *Cirsium arvense* (+), *Sonchus palustris* (5%), *Eupatorium cannabinum* (5), *Geranium pratense* L. (5%), *Dactylorhiza incarnata* (+), *Ranunculus acris* (3%), *Achillea submillefolium* (+), *Carex diluta* (+). Оціночна площа популяції із спільним зростанням цих двох видів орхідних становить 2 га. У зниженнях луку домінує *Carex melanostachya*, її площа становить близько 10 ар. На зниженнях серед угруповань асоціації *Caricetum gracilis* Savič 1926 фрагментарно трапляється асоціація *Caricetum cespitosae* Steffen 1931. Досліджувана ділянка луки займає 150–200 га. У її верхівкових, найвищих ділянках домінують *Festuca valesiaca* (площею в десятки ар), далі донизу — *Poa angustifolia* (близько 1 га), ще нижче — *Festuca pratensis*, *Poa pratensis* і зрештою *Carex acuta*, *C. melanostachya*, *C. acutiformis* Ehrh.

На деяких ділянках русла спостерігаються невеликі за площею фрагменти оселищ F9.1 (прирічкові чагарники). Найчастіше — це прибережні зарості *Salix triandra* L.

Масиви оселищ G1.11 (прибережні вербові ліси) займають у цій місцевості значні площі. Найчастіше вони локалізуються в найнижчій, затоплюваній повеневими водами частині заплави. Так, на північних околицях с. П'ятигірці серед луку зростає вербово-тополевий ліс площею 3–4 га. Поблизу с. Ісківці також поширюються ліси *Salicetea purpurea* Moog 1958 з *Acer negundo* L., їх площа становить близько 100 га.

Оселища G1.41 (заболочені вільхові ліси на некісломому торфі) найчастіше поширюються великими масивами вздовж усієї долини р. Сліпорід. Поблизу с. Ісківці на заплаві Сліпороду зростає вільховий ліс. Вільха чорна має зімкненість 1. У підліску — *Sambucus nigra* L. (30%), *Euonymus europaeus* (+). Травостій складають *Aegopodium podagraria* L. (40%), *Galium aparine* (20), *Urtica dioica* L. (10%).

На південних околицях с. Черевки зростає вільховий ліс площею 100 га та є лука площею 100–150 га, на якій трапляються ділянки угруповань ас. *Salicetum pentandro-cinerea* Passarge 1961 площею близько 10 ар. На ділянці заплави р. Сліпорід у районі с. Лазірки (біля мосту) зростають значні масиви (близько 100 га) вільшняків кропивових, що оточують русло, утворюючи прирічкові галереїні зарості вільхи.

Між селами Павлівщина й Лазірки (50°06'38.4"N 32°36'17.3"E) росте старий вільховий ліс (близько 70 років). Висота дерев – 25–30 м, зімкненість крон – 0,8, чагарниковий ярус (зімкненість 0,5) – *Sambucus nigra* (30%), *Acer negundo* (20); травостій – *Urtica dioica* (10), *Galium aparine* (20), *Chaerophyllum temulum* L. (10), *Glechoma hederacea* L. (5%), *Humulus lupulus* (+).

Між селами Високе та Олександрівка (50°09'17.1"N 32°33'12.9"E) уздовж звивистого русла зростає затоплений вільховий ліс із чагарниковим ярусом з *Salix cinerea* L. та *Carex riparia* у травостій з покриттям 50%, зрідка трапляються фрагменти без нього. Також зафіксовано як асєтатори: *Symphytum officinale*, *Lysimachia vulgaris* L., *Thelypteris palustris* Schott, *Iris pseudacorus* L., *Sium latifolium* L. На заболоченій ділянці (близько 1 га) спостерігаються *Salix cinerea* і *Phragmites australis*.

ВИСНОВКИ

Результати досліджень засвідчили відносно добру збереженість рослинного покриву заплави та лесових схилів уздовж р. Сліпорід та значну представленість у цій місцевості великих площ природних типів оселищ Смарагдової мережі, збереження яких потребує створення територій особливої охорони, як і видів рослин, занесених до різного рангу переліків (регіональних, державних та міжнародних) охоронюваних видів.

У системі оселищ цього об'єкта виявлено поширення низки рідкісних рослин. Зокрема, занесені до Червоної книги України: *Adonis vernalis*, *A. wolgensis*, *Astragalus dasyanthus*, *Bulbocodium versicolor*, *Crocus reticulatus*, *Dactylorhiza incarnata*, *Orchis palustris* L., *Stipa capillata*, *Pulsatilla pratensis* та *P. patens*; *Astragalus dasyanthus* – до Європейського червоного списку. На слабо зарослих ділянках степових схилів Черевківського яру виявлено спорадичне поширення гриба *Morchella steppicola* Zer., занесеного до Червоної книги України.

На дослідженій території виявлено 4 види рослин Смарагдової мережі: *Echium russicum* J.F. Gmel., *Iris hungarica*, *Jurinea cyanoides*, *Pulsatilla patens* – наголосимо, що два останні належать також до видів, що перебувають під охороною Бернської конвенції. Також виявлено поширення низки видів з регіонального списку, які охороняються на рівні Полтавської обл.: *Pedicularis kaufmannii* Pinzg., *Astragalus corniculatus* Bieb., *Campanula persicifolia* L., *Hyacinthella leucophaea*, *Inula helenica*, *Iris pumila* L., *Linum austriacum* L., *Muscari neglectum*, *Sanguisorba officinalis*, *Scilla bifolia* L., *Trinia kitaibelii* Bieb., *Valeriana exaltata* [13].

Зважаючи на доволі високу частку розораності цієї частини Полтавської обл., очевидною є потреба заборони інтенсивних способів експлуатації рослинного покриву долини, як-от розорювання. Також слід заборонити на законодавчому рівні осушення заплавної ділянок, заліснення лучно-степових схилів, випалювання сухого травостою і стимулювання сінокосіння та прогінного випасання травостоїв. Для консервації нинішнього стану рослинності та забезпечення її трансформації до природного стану доцільно надати цій території статусу об'єкта Смарагдової мережі України та розробити і реалізувати перспективний план менеджменту цієї території.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Конищук В.В.* Онтологія становлення екосозологічного та інвайронментологічного напрямів / В.В. Конищук // Агроекологічний журнал. – 2017. – № 2. – С. 49–58.
2. *Мудрак Г.В.* Функціонування регіональної екомережі Східного Поділля / Г.В. Мудрак // Агроекологічний журнал. – 2018. – № 3. – С. 27–33.

3. Території, що пропонуються до включення у мережу Емеральд (Смарагдову мережу) України («тінювий список», частина 2) / за ред. К.А. Борисенко, А.А. Куземко. — К.: LAT & K, 2019. — 234 с.
4. *Mosyakin S.L. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist* / S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk. — К., 1999. — 345 p.
5. *Куземко А. Тлумачний посібник оселищ Резолюції № 4 Бернської конвенції, що знаходяться під загрозою і потребують спеціальних заходів охорони. Перша версія адаптованого неофіційного перекладу з англійської (третього проекту офіційної версії 2015 року) / А. Куземко, С. Садогурська, О. Васильок. — К., 2017. — 124 с.*
6. Національний каталог біотопів України / за ред. А.А. Куземко, Я.П. Дідуха, В.А. Онищенко, Я. Шеффера. — К.: ФОП Клименко Ю.Я., 2018. — 442 с.
7. Екологічна енциклопедія / за ред. А.В. Толстоухова. — К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2006. — Т. 1. — 432 с.
8. Національний атлас України / за ред. Л.Г. Руденка. — К.: ДНВП «Картографія», 2008. — 440 с.
9. Проектування і збереження території мережі Емеральд (Смарагдової мережі) / за ред. А.А. Куземко, К.А. Борисенко. — К.: LAT & K, 2019. — 78 с.
10. *Смоляр Н.О. Фітосозологічна характеристика Черевківського яру — проєктованого ландшафтного заказника (Полтавська область) / Н.О. Смоляр, О.В. Нікітчук, О.Ю. Смаглюк // Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку: Мат-ли наук. конф. — Львів: Сполом, 2015. — С. 92–97.*
11. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.
12. Зелена книга України / за ред. Я.П. Дідуха. — К.: Альтерпрес, 2009. — 448 с.
13. *Байрак О.М. Атлас рідкісних і зникаючих рослин Полтавщини / О.М. Байрак, Н.О. Стецюк. — Полтава: Верстка, 2005. — 248 с.*

REFERENCES

1. Konishchuk, V.V. (2017). Ontologija stanovlenja ekosozologichnogo ta invajronmentologichnogo naprjamiv [Ontology of formation the directions of ecosozology and environmentology in the department of landscape, biodiversity and nature reserve]. *Agroekologichnij zhurnal — Agroecological journal*, 2, 49–58 [in Ukrainian].
2. Mudrak, G.V. (2018). Funkcionuvannya regional'noi' ekomerezhi Shidnogo Podillja [Functioning of regional ecological network of Eastern Podillia]. *Agroekologichnij zhurnal — Agroecological journal*, 3, 27–33 [in Ukrainian].
3. Borisenko, K.A. & Kuzemko, A.A. (Eds.). (2019). *Terytorii', shho proponujut'sja do vkljuchennja u merezhu Emerald' (Smaragdovu merezhu) Ukrai'ny («tin'ovij spysok», chastyna 2) [Areas proposed for inclusion in the Emerald Network (Emerald Network) of Ukraine («Shadow List», part 2)]*. Kyiv: LAT & K [in Ukrainian].
4. Mosyakin, S.L. & Fedoronchuk, M.M. (1999). *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*. Kyiv [in English].
5. Kuzemko, A., Sadogurskaya, S. & Vasylyuk, O. (2017). *Tlumachnij posibnyk oselyshh Rezoljucii' No. 4 Berns'koi' konvencii', shho znahodjat'sja pid zagrozoju i potrebujut' special'nyh zahodiv ohorony. Persha versija adaptovanogo neoficijnogo perekladu z anglijs'koi' (tret'ogo proektu oficijnoi' versii' 2015 roku) [Explanatory text of the Berne Convention Resolution No. 4 settlements, which are threatened and require special protection measures. The first version of the adapted informal translation from English (the third draft of the official version of 2015)]*. Kyiv [in Ukrainian].
6. Kuzemko, A.A., Didukh, Ya.P., Onishchenko, V.A. & Scheffer, Ya. (Eds.). (2018). *Nacional'nyj katalog biotopiv Ukrai'ny [National biotope catalog of Ukraine]*. Kyiv: FOP Klimenko Yu.Ya. [in Ukrainian].
7. Tolstoukhov, A.V. (Ed.). (2006). *Ekologichna encyklopedija [Environmental Encyclopedia]*. Kyiv: Centr ekologichnoi' osvity ta informacii' [in Ukrainian].
8. Rudenko, L.H. (Ed.). (2008). *Nacional'nyj atlas Ukrai'ny [National atlas of Ukraine]*. Kyiv: DNVP «Kartografija» [in Ukrainian].
9. Kuzemko, A.A. & Borisenko, K.A. (Eds.). (2019). *Proektuvannya i zberezhennja terytorij merezhi Emerald' (Smaragdovoi' merezhi) [Design and conservation of the Emerald Network]*. Kyiv: LAT & K [in Ukrainian].
10. Smolyar, N.O., Nikitchuk, O.V. & Smaglyuk, O.Yu. (2015). Фітосозологічна характеристика Черевківського яру — проєктованого ландшафтного заказника (Полтавська область) [Phytosozological characteristic of the Cherevkiv ravine — a projected landscape reserve (Poltava region)]: *Stan i bioriznomanittja ekosystem Shac'kogo nacional'nogo pryrodnogo parku: materialy naukovoї' konferencii' [State and biodiversity of the ecosystems of the Shatsky National Natural Park: materials of sciences conference]*. (pp. 92–97). Lviv: Spolom [in Ukrainian].
11. Didukh, Ya.P. (Ed.). (2009). *Chervona knyha Ukrai'ny. Roslynnyj svit [The Red Book of Ukraine. Plant World]*. Kyiv: Global consulting [in Ukrainian].
12. Didukh, Ya.P. (Ed.). (2009). *Zelena knyha Ukrai'ny [Green Book of Ukraine]*. Kyiv: AlterPres [in Ukrainian].
13. Bayrak, O.M. & Steciuc, N.O. *Atlas ridkisnyh i znykajuchyh roslin Poltavshyny [Atlas of rare and endangered plants of Poltava region]*. Poltava: Verстка [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу
30.04.2019

ВПЛИВ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ НА РОДЮЧІСТЬ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ

Е.Г. Дегодюк¹, О.А. Літвінова², Є.В. Ярмоленко³, О.В. Дмитренко³

¹ Національний науковий центр «Інститут землеробства
Національної академії аграрних наук України»

² Національний університет біоресурсів і природокористування України

³ Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України»

Викладено результати досліджень впливу органічних добрив (гній великої рогатої худоби (ВРХ), побічна продукція рослинництва) на агрохімічні показники сірого лісового ґрунту. Встановлено, що застосування 30 і 60 т гною у сівозміні і побічної продукції рослинництва сприяло найінтенсивнішому накопиченню запасів гумусу в орному і підорному шарах ґрунту 0–40 см шарі (до 69,8–71,6 т/га порівняно з контролем — 48,7 т/га), до того ж спостерігалось збагачення гумусу азотом. Аналіз розподілу гумусу в ґрунтовому профілі свідчить про негативну динаміку у нижчих шарах. Застосування органічних добрив сприяло покращенню поживного режиму сірого лісового ґрунту — відбулось зростання вмісту гідролізованого азоту на 15–22%, рухомих сполук фосфору — на 30–57 та калію — на 21–51% порівняно з контролем; значних міграційних процесів не спостерігалось.

Ключові слова: гумус, азот, фосфор, калій, родючість ґрунту, органічна система удобрення.

Органічне землеробство — один із основних напрямів екологічно збалансованого ведення господарства в агроценозах. Воно охоплює не тільки аграрну сферу, а й переробну промисловість, виробництво органічних продуктів харчування, аквакультуру, збір дикорослих грибів і ягід, тобто продукцію, виготовлену згідно з установленними правилами і чинною сертифікацією [1–3].

Органічна система землеробства передбачає застосування природних, біологічних і відновлюваних ресурсів, а також відтворення родючості ґрунту — переважно завдяки реутилізації органічних залишків, сівозмінному чиннику і обробітку ґрунту. Боротьба з паразитами, збудниками хвороб та бур'янами здійснюється здебільшого шляхом механічного обробітку ґрунту та біологічними засобами [4–6].

Ведення органічного землеробства неможливо без впровадження науково об-

ґрунтованих систем удобрення, за яких досягається часткове або розширене відтворення родючості ґрунту. Основна увага надається розробленню і впровадженню систем удобрення із застосуванням біологічних засобів інтенсифікації, як-от: вирощування сидератів (зелене добриво), застосування побічної продукції рослинництва (соломи, стебел тощо) і органічних добрив (гною, біогумусу, торфу, компостів), біологічного азоту — основних чинників відтворення родючості ґрунтів та гарантування відповідної до міжнародних стандартів якості продукції [7, 8]. Упровадження результатів досліджень у виробництво гарантуватиме зростання ефективності органічного землеробства, збереження родючості ґрунтів, екологічну безпеку агроландшафтів.

Тому метою наших досліджень було встановити параметри впливу органічних систем удобрення із максимальним залученням місцевих ресурсів на родючість сірого лісового ґрунту за період польової сівозміни.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2016–2018 рр. у стаціонарному досліді відділу агрохімії дослідного господарства ДПДГ «Чабани» ННЦ «Інститут землеробства НААН» на сірому лісовому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті у п'ятищільній польовій сівозміні: кукурудза, ячмінь ярий, гречка, горох, пшениця озима. У вихідних ґрунтових пробах визначали фізико-хімічні і агрохімічні показники. Середня проба ґрунту орного шару 0–20 см характеризувалась такими агрохімічними показниками: pH_{KCL} — 4,6 потенціометрично; гідролітична кислотність — 1,61 мг-екв/100 г (за Каппеном), вміст гідролізованого азоту — 50,8 мг/кг ґрунту (за Корнфільдом); рухомих сполук: фосфору — 188,0, калію — 100,0 мг/кг ґрунту (за Чіриковим), вміст органічної речовини — 1,20% (за Тюрнімом). Проведено дослідження агрономічної цінності органічних добрив — безпідстилкового гною ВРХ. Встановлено, що вміст основних елементів живлення в 1 т гною становить: N — 4,0 кг, P_2O_5 — 2,0, K_2O — 4,0 кг.

Дослід, закладений у 2011 р. і розгорнутий у натурі на трьох полях, налічує 11 варіантів, повторення — чотириразове. Посівна площа ділянки — 52 м², облікова — 22 м². Підстилковий гній ВРХ застосовували для удобрення поля під кукурудзу на зерно — одинарна доза 60 т/га, або в перерахунку на 1 га сівозмінної площі — 12 т, решту культур вирощували в умовах післядді — із них пшениця озима на 4-й рік після внесення добрив. У досліді використовували внесені до Державного реєстру сортів рослин України сорти і гібриди сільськогосподарських культур.

Ґрунтові зразки відбирали у період завершення першої ротації за вирощування пшениці озимої; визначали: вміст органічної речовини (гумусу) — ДСТУ 4289:2004; pH_{H_2O} і pH_{KCl} — ДСТУ ISO 10390:2001; гідролітичну кислотність — ГОСТ 26212-91; вміст гідролізованого азоту — за Корнфільдом; рухомих сполук фосфору і калію — у сірому лісовому ґрунті — ДСТУ 4115:2002. Аналітичні роботи проводили в лабораторії

безпеки земель, якості продукції та довіклля ДУ «Держґрунтохорона».

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Систематичне застосування добрив у сівозміні сприяло незначному підвищенню вмісту загального гумусу в ґрунті. Результати досліджень засвідчили, що в орному шарі (0–20 см) спостерігається тенденція до збільшення запасів гумусу — до 39,4 т/га за внесення під культуру (1 раз за ротацію) підстилкового гною у дозі 60 т/га, тоді як на контролі (без добрив) вміст був на рівні 26,5 т/га. За внесення побічної продукції рослинництва запаси гумусу в орному шарі були майже на рівні контрольного варіанта. Слід зауважити, що сільськогосподарські культури, які вирощували в ланці сівозміни, неістотно впливали на диференціацію цього показника. Важливим показником, що характеризує якісний стан ґрунту, є запаси гумусу в його орному шарі і збагачення азотом. Останній у всіх варіантах досліді варіював на низькому рівні, що зумовлено відчуженням цього елемента з урожаєм сільськогосподарських культур. Натомість внесення органічних добрив посилює ступінь гуміфікації органічної речовини, що у підсумку призводить до зменшення її рухомості. Це узгоджується із нашими дослідженнями — чим більшою є доза гною на фоні побічної продукції, тим меншою є частка рухомих гумусових речовин у складі гумусу.

Застосування органічних добрив значно збільшувало вміст органічної речовини в орному і підорному шарах ґрунту. Аналіз розподілу гумусу засвідчив його негативну динаміку у нижчих шарах ґрунту (табл. 1).

Результати досліджень свідчать, що у процесі польового досліді реакція ґрунтового розчину на контролі (без добрив) становила 5,1 одиниці $pH_{сол}$. В орному шарі ґрунту (0–20 см) під час першої ротації намітилась тенденція до стабілізації цього показника до рівня 5,2, що відповідає градації «слабокисла реакція ґрунтового розчину»; у підорному (20–40 см) шарі ґрунту — до 4,5–5,0 (середньокисла) та з

Таблиця 1

**Вплив застосування добрив на вміст органічної речовини у сірому лісовому ґрунті
за вирощування пшениці озимої, 2016–2018 рр., %**

Удобрення на 1 га ріллі		Шар ґрунту, см	ґумус, %	Співвідношення С/N	Запас ґумусу, т/га
ґній/солома, т	NPK, кг				
Без добрив (контроль I)		0–20	0,98	11,6	48,7
		20–40	0,75	11,5	
Без добрив + фон*)		0–20	1,20	11,6	51,57
		20–40	0,71	11,4	
12*	–	0–20	1,46	11,6	71,62
		20–40	1,12	11,6	
6*	–	0–20	1,39	12,3	69,8
		20–40	1,09	11,5	
Вихідний уміст		0–20	1,20		32,4

Примітка (до табл. 1, 2)*: 1) Побічна продукція попередника – під пшеницю озиму 3 т/га соломи гороху.

незначним підвищенням до 5,1–5,5 – у нижчих шарах ґрунту, що зумовлено його карбонатністю. Показники водної витяжки наближають реакцію ґрунту до нейтральних значень. На період завершення першої ротації досліді гідролітична кислотність в орному (0–20 см) і підорному (20–40 см) шарах наближалась до рівня 2 мг-екв/100 г ґрунту, що вказує на потребу його вапнування (табл. 2).

У всіх варіантах із внесенням добрив спостерігалось підвищення вмісту гідролізованого азоту від 60 до 67 мг/кг ґрунту,

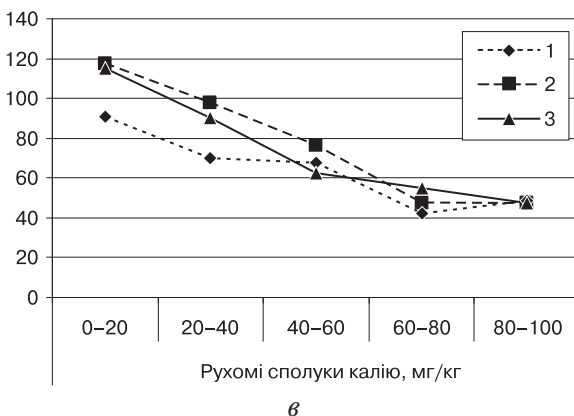
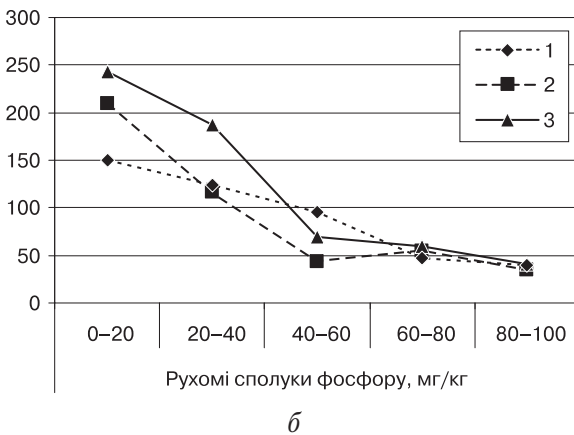
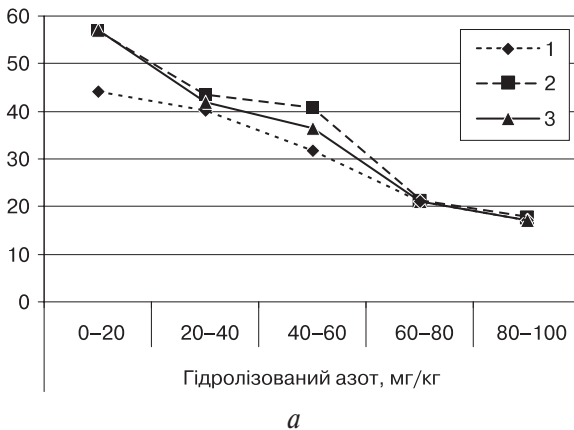
але лише у межах градації, що відповідає низькому забезпеченню ґрунту цією формою азоту. У підорному (20–40 см) шарі ґрунту вміст гідролізованого азоту фактично вирівнювався з показниками контролю. У шарі ґрунту 40–60 см цей показник становив 30,0–40,0 мг/кг, з тенденцією до зниження у глибинних його горизонтах. Отже, внаслідок мінерального живлення культури міграційних процесів сполук гідролізованого азоту не виявлено (рис., а).

Уміст рухомих сполук фосфору варіював у межах 195–235 мг/кг ґрунту, що від-

Таблиця 2

Вплив застосування добрив на показники родючості орного (0–20 см) шару сірого лісового ґрунту в польовому досліді, 2016–2018 рр.

Удобрення на 1 га ріллі		рН _{сол.}	рН _{вод.}	Гідролітична к-ть, мг-екв/100 г ґрунту	Гідролізований азот	Рухомі сполуки	
ґній/солома, т	NPK, кг					фосфору P ₂ O ₅	калію K ₂ O
						мг/кг	
Без добрив (контроль I)		5,1	6,2	1,90	44,1	150,0	90,8
Без добрив + фон*)		5,2	6,2	1,78	59,5	195,0	110,0
12*	–	5,1	6,2	1,82	67,9	235,5	137,5
6*	–	5,1	6,1	1,80	63,7	225,5	132,5



Вплив систематичного застосування добрив у польовій сівозміні на накопичення в сірому лісовому ґрунті (шар 0–100 см): а) гідролізованого азоту; б) рухомих сполук фосфору та в) калію, мг/кг: 1 — без добрив (контроль); 2 — 6 т гною; 3 — 12 т гною на 1 га ріллі

повідає високому рівню забезпечення цим елементом. У шарі ґрунту 40–60 см у варіантах з унесенням добрив відбулось різке зменшення (у 1,5–2 рази) рухомого фосфору порівняно з контролем, натомість у шарах 60–80 і 80–100 см спостерігалось підвищення вмісту фосфору на високих фонах органічних добрив до 130,0 мг/кг ґрунту за вмісту на контролі не більше 47,0 мг/кг.

Результати дослідю дають підстави вважати, що за систематичного внесення добрив інтенсивність підвищення вмісту рухомих сполук фосфору у кореневмісному шарі ґрунту поступово зростатиме (рис., б).

Внесення органічних добрив під культуру сівозміни сприяло підвищенню вмісту рухомих сполук калію (K_2O) у ґрунті — в середньому з 90 до 137 мг/кг, підтримуючи його вміст у межах середньої забезпеченості.

Результати досліджень засвідчили, що накопичення у ґрунті рухомих сполук калію відбувається повільно, що можна пояснити його перетворенням у необмінні форми і виносом урожаєм сільськогосподарських культур. За вмісту 90,0 мг/кг K_2O на контролі його підвищення на 40,0 мг/кг ґрунту відбулось за внесення середньої і підвищеної дози гною. У глибших шарах (60–100 см) за внесення добрив вміст калію поступово знижується порівняно з контролем (рис., в).

Отже, вміст гідролізованого азоту як на контролі, так і в розглянутих варіантах удобрень наприкінці ротації відповідав рівню низького забезпечення, а вміст рухомого фосфору — високому, з підвищенням на 34% за післядії гною і прямої дії соломи попередника. За систематичного внесення побічної продукції вирощуваних культур зафіксовано чітку тенденцію до незначного підвищення (на 30–40 мг/кг ґрунту) вмісту рухомого калію, що компенсує постійний його дефіцит у ґрунті — в середньому у

досліді його вміст варіював у межах 110–130 мг/кг.

ВИСНОВКИ

Систематичне застосування органічних добрив упродовж однієї ротації п'ятипільної польової сівозміни є відповідним терміном для формування ґрунтових фонів з різними фізико-хімічними властивостями. За таких умов реакція ґрунтового розчину наближалась до слабокислої, що вказує на потребу його періодичного вапнування один раз за ротацію.

Результати досліджень засвідчують, що застосування гною ВРХ у дозі 60 т/га надає можливість збільшити запаси гумусу

на 30% та сприяє найінтенсивнішому накопиченню його запасів не лише в орному, а й підорному шарах ґрунту — до 40%.

За п'ятирічний період ведення дослідів виявлено позитивний вплив внесення органічних добрив на поживний режим сірого лісового ґрунту, зафіксовано зростання вмісту гідролізованого азоту на 15–22%, однак залишається на рівні низької забезпеченості, рухомих сполук фосфору — на 30–57 та калію — на 21–51% порівняно з контролем. Переміщення поживних речовин відбувалось в межах кореневмісного шару, значних міграційних процесів не спостерігалось.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кисіль В.І. Біологічне землеробство в Україні: проблеми і перспективи / В.І. Кисіль. — Х.: Штрих, 2000. — 162 с.
2. Дудар О.Т. Формування системи органічного агровиробництва / О.Т. Дудар // Економіка АПК. — 2012. — № 8. — С. 31–38.
3. Артыш В.І. Особливості органічного агровиробництва в концепції сталого розвитку АПК України / В.І. Артыш // Економіка АПК. — 2012. — № 7. — С. 19–23.
4. Гуменок Г.Д. Органічне виробництво в світі — історія розвитку та сучасний стан (огляд) / Г.Д. Гуменок, О.В. Баджурак, О.К. Ляшенко // Біоресурси і природокористування. — 2010. — Т. 2. — № 3/4. — С. 56–62.
5. Сіренко Н.М. Органічні продукти харчування у забезпеченні продовольчої безпеки України /
- Н.М. Сіренко, Т.О. Чайка // Економіка АПК. — 2012. — № 1. — С. 43–49.
6. Потабенко М.В. Особливості та передумови розвитку органічного землеробства / М.В. Потабенко, О.І. Корніцька // Агроекологічний журнал. — 2007. — № 2. — С. 34–39.
7. Шевченко А.І. Вплив елементів технології органічного землеробства на врожай та якість зерна пшениці озимої м'якої / А.І. Шевченко, В.Ф. Юнацький // Агроекологічний журнал. — 2007. — № 1. — С. 79–83.
8. Польовий В.М. Відтворення вмісту гумусу в темно-сірому опідзоленому ґрунті за біологізації систем удобрення / В.М. Польовий, Н.А. Деркач, Т.З. Шустерук // Агроекологічний журнал. — 2007. — № 1. — С. 37–41.

REFERENCES

1. Kysil, V.I. (2000). *Biologichne zemlerobstvo v Ukraini: problemy i perspektivy* [Biological agriculture in Ukraine: problems and perspectives]. Kharkiv: Shtrykh [in Ukrainian].
2. Dudar, O.T. (2012). Formuvannia systemy orhanichnoho ahrovyrubnytst [Formation of the system of organic agricultural production]. *Ekonomika APK — Ekonomika APK*, 8, 31–38 [in Ukrainian].
3. Artysh, V.I. (2012). Osoblyvosti orhanichnoho ahrovyrubnytstva v kontseptsii staloho rozvytku APK Ukrainy [Features of organic agricultural production in the concept of sustainable development of agroindustrial complex of Ukraine]. *Ekonomika APK — Ekonomika APK*, 7, 21–23 [in Ukrainian].
4. Humeniuk, H.D., Badzhurak, O.V., Liashenko, O.K. (2010). Orhanichne vyrobnytstvo v sviiti — istoriia rozvytku ta suchasnyi stan (ohliad) [Organic production in the world — the history of development and the current state (review)]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia — Bioresources and nature management*, Vol. 2, 3/4, 56–62 [in Ukrainian].
5. Sirenko, N.M., Chaika, T.O. (2012). Orhanichni produkty kharchuvannia u zabezpechenni prodovolchoi bezpeky Ukrainy [Organic food products in ensuring food security of Ukraine]. *Ekonomika APK — Ekonomika APK*, 1, 43–49 [in Ukrainian].
6. Potabenko, M.V., Kornitska, O.I. (2007). Osoblyvosti ta peredumovy rozvytku orhanichnoho zemlerobstva [Features and prerequisites for the development of organic agriculture]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 34–39 [in Ukrainian].
7. Shevchenko, A.I., Yunatskyi, V.F. (2007). Vplyv elementiv tekhnolohii orhanichnoho zemlerobstva na vrozhai ta yakist zerna pshenytsi ozymoi miakoi [Influence of elements of organic farming technology on the yield and quality of winter wheat wheat]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 1, 79–83 [in Ukrainian].
8. Polovyi, V.M., Derkach, N.A., Shusteruk, T.Z. (2007). Vidtvorennia vmistu humusu v temno-siromu opidzolenomu grunty za biolohizatsii system udobrennia [Reproduction of humus content in dark gray, podzolized soil for the biologization of fertilizer systems]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 1, 37–40 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу
24.04.2019

ВПЛИВ КОРЕНЕВИХ ЕКЗОМЕТАБОЛІТІВ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ НА РІСТ І РОЗВИТОК ГРИБА *ALTERNARIA ALTERNATA* (FR.) KEISS

А.І. Парфенюк¹, Ю.А. Туровнік¹, В.В. Круть²

¹ Інститут агроєкології і природокористування НААН

² Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

*Наведено результати оцінювання впливу екзометаболітів гібридів соняшнику: Душко, Олівер та Оскар на ріст і розвиток гриба *Alternaria alternata* (Fr.) Keiss. Встановлено, що екзометаболіти рослин різних гібридів соняшнику можуть як пригнічувати, так і стимулювати швидкість радіального росту міцелію фітопатогенного гриба. У ході досліджень було виявлено бактерії роду *Micrococcus* sp., які колонізували колонії гриба *A. alternata*. Ці бактерії мають здатність утворювати стабільні асоціації з рослинами і можуть брати участь у їх стійкості до шкідливої дії фітопатогенних мікроорганізмів, а також сприяти росту і розвитку рослин.*

Ключові слова: гібриди соняшнику, екзометаболіти, алелопатія, фітопатогенні мікроміцети, бактерії.

Коренева система культурних рослин виділяє у ризосферний ґрунт значну кількість потенційно цінних біологічно активних алелопатичних речовини [1]. Вони є складовими донорно-акцепторної взаємодії між рослинами і мікроорганізмами в агроценозах [2]. Відомо, що ризосфера рослин є динамічною системою взаємодії кореневої системи з патогенними та сапротрофними мікроорганізмами у ґрунтового ценозі. У ній накопичується основна маса легких і водорозчинних речовин (близько 68–99%), відбувається обмін метаболітами між вищими рослинами та мікроорганізмами [3]. Кореневі екзометаболіти рослин мають значний екологічний вплив на мікробіоту ґрунту і на рослини. Біологічно активні сполуки у ризосфері рослин впливають на мікробний ценоз ґрунту, стійкість рослин до шкідників, підтримують корисну для рослини симбіотичну взаємодію, змінюють фізичні та хімічні властивості ґрунту і гальмують зростання конкурентних видів рослин [4].

До складу екзометаболітів входять: феноли, флаваноїди, глікозиди флаваноїдів,

алкалоїди, які обумовлюють конкурентну взаємодію між рослинами, розповсюдження інвазійних видів та механізми захисту рослин від патогенних мікроорганізмів і шкідників [5]. Крім того, алелопатичні речовини містять низькомолекулярні сполуки, як-от: цукри, вітаміни, нуклеотиди, амінокислоти та феноліти, а також високомолекулярні речовини — полісахариди, ферменти та інші білки [6].

Соняшник, завдяки високому алелопатичному потенціалу, може активно впливати як на конкурентні рослини, так і на патогенні мікроорганізми, які його колонізують. Понад 200 природних алелопатичних сполук було виділено із різних сортів і гібридів соняшнику [7, 8]. Фітопатогенні мікроорганізми є одним із вагомих біотичних чинників зниження біобезпеки рослинної продукції [9]. На вегетативних органах рослин соняшнику спостерігається інтенсивний розвиток хвороб грибної етіології. Найнебезпечнішими фітопатогенними видами, які можуть паразитувати впродовж онтогенезу на рослинах та на насінні соняшнику, є гриби роду *Alternaria* Nees [10]. Ураження ними насіння та рос-

лин соняшнику може призводити до збільшення кількісних і якісних втрат урожаю як упродовж вегетації культури, так і під час зберігання насіння [11].

Гриби вказаного роду утворюють близько 70 видів міко- та фітотоксинів, серед яких особливо небезпечними для здоров'я людини і тварин є: альтернاریол, альтертоксин та альтернاریол монометил [12].

У численних зарубіжних дослідженнях значна увага приділяється вивченню взаємодії культурних рослин з мікробною біотою як у ризосферному ґрунті, так і на вегетативних органах рослин [13]. Але для регуляції чисельності фітопатогенних мікроміцетів у ґрунті, особливо за вирощування соняшнику в Україні, необхідно посилити теоретичне обґрунтування цього процесу шляхом розкриття механізмів впливу корневих екзосметаболітів рослин на фізіолого-біохімічні показники фітопатогенних мікроміцетів — збудників основних хвороб соняшнику та інших сільськогосподарських культур.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліджували вплив екзосметаболітів проростків різних гібридів соняшнику (Душко, Олівер та Оскар) на швидкість радіального росту міцелію гриба *A. alternata* — збудника альтернاریозу соняшнику. Екзосметаболіти рослин отримували за методикою Г.Ф. Наумова [14], яку модифікували під досліджувану культуру. Відбирали 50 насінин кожного досліджуваного гібрида, потім стерилізували та пророщували відповідно до ДСТУ 4138 [15]. Від кожного гібрида відбирали 10 проростків, поміщали в чашки Петрі із стерильною дистильованою водою і витримували впродовж 72 год на розсіяному світлі при температурі 22–24°C. Екsudати змивали і фільтрували через мікропористі бактеріальні фільтри (0,02 мкм). Ізоляти гриба *A. alternata* культивували на середовищі Чапека із додаванням 3 мл екsudатів рослин до 7 мл середовища. У досліді як контроль використовували два варіанти: контроль 1 (К₁) — стерильна дистильована вода; контроль 2 (К₂) — екзосметаболіти проростків насіння

соняшнику, вирощеного за традиційною технологією.

Швидкість радіального росту міцелію грибів визначали за формулою:

$$Kr = (r_1 - r_0) \div (t_1 - t_0),$$

де Kr — радіальна швидкість росту колоній; r_0 — радіус колоній у момент часу t_0 ; r_1 — радіус колоній у момент часу t_1 [16].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами досліджень встановлено, що швидкість радіального росту міцелію гриба *A. alternata* на першу добу субкультивування з корневими екзосметаболітами рослин соняшнику, вирощених в умовах контрольного варіанта (К₁), становила 0,017 мм/год, тоді як на другу та третю добу цей показник зменшувався на 0,004 мм/год (рис. 1).

На початкових етапах (перша доба) субкультивування з корневими метаболітами рослин гібрида соняшнику Душко, вирощеними за традиційною технологією (К₂ еталон — традиційна технологія), спостерігалась найнижча швидкість радіального росту міцелію, що становила 0,014 мм/год, тобто на 0,003 мм/год була нижчою, ніж у варіанті К₁. Поряд із тим на фоні екзосметаболітів гібридів Олівер та Оскар у вказаному варіанті швидкість радіального росту колоній гриба була на 0,002 мм/год вищою, ніж на фоні метаболітів рослин гібрида Душко — у межах контролю (К₁). Це свідчить, що на початкових етапах субкультивування антифунгальна властивість корневих екзосметаболітів рослин випробовуваних гібридів соняшнику істотно залежить як від генотипу гібрида, так і від технології його вирощування. Тому швидкість радіального росту міцелію мікроміцетів можна вважати показником антифунгальної властивості корневих екзосметаболітів рослин.

На другу добу субкультивування міцелію ізолятів гриба *A. alternata* з екзосметаболітами рослин гібридів Душко та Олівер, вирощених в умовах варіанта К₂, спостерігалось зниження швидкості радіального росту міцелію ізолятів гриба до

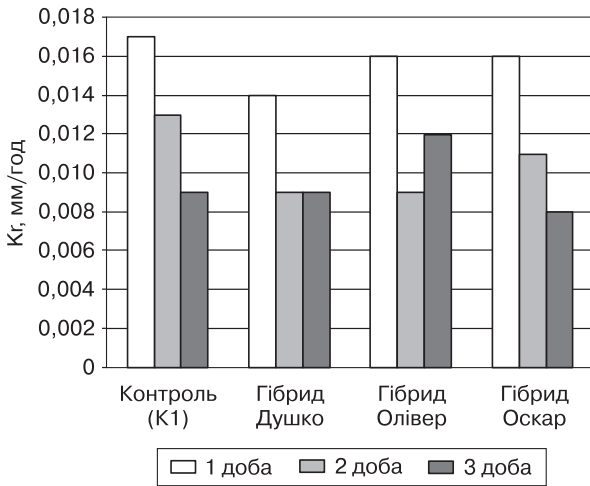


Рис. 1. Швидкість радіального росту (Kr) міцелію гриба *A. alternata* за впливу кореневих екзометаболітів рослин гібридів соняшнику, вирощених за традиційною технологією

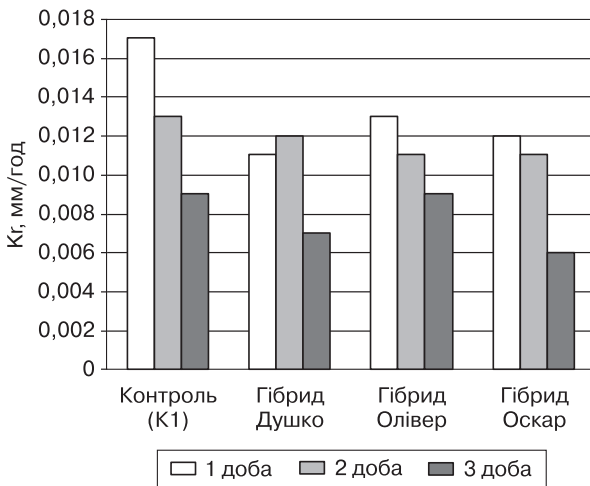


Рис. 2. Швидкість радіального росту (Kr) міцелію гриба *A. alternata* за впливу кореневих екзометаболітів гібридів соняшнику, вирощених за органічною технологією

0,009 мм/год, що на 0,002 мм/год менше, ніж на фоні екзометаболітів проростків гібрида Оскар. Отримані результати дають підстави припустити, що кореневі екзометаболіти гібридів Душко та Олівер за

традиційної технології вирощування рослин мають вищу антифунгальну активність порівняно із гібридом Оскар.

Упродовж третьої доби субкультивування колоній гриба з кореневими екзометаболітами рослин гібрида Олівер спостерігалось підвищення швидкості радіального росту міцелію на 0,003 мм/год порівняно із варіантом K_1 , тоді як за впливу екзометаболітів рослин гібридів Душко та Оскар швидкість радіального росту варіювала у межах K_1 . Отримані результати дають підстави вважати, що сортові властивості рослин значною мірою впливають на динаміку росту міцелію гриба *A. alternata*.

Найнижчу швидкість радіального росту міцелію гриба *A. alternata* зафіксовано впродовж першої доби субкультивування з екзометаболітами рослин різних гібридів соняшнику, вирощених за органічною технологією, порівняно з варіантами K_1 та K_2 (рис. 2). На фоні кореневих екзометаболітів рослин гібрида Душко цей показник становив 0,011 мм/год, що на 0,006 та 0,003 мм/год менше, ніж у варіанті K_1 та K_2 відповідно. Швидкість радіального росту міцелію досліджуваного гриба на фоні кореневих екзометаболітів проростків гібридів Олівер та Оскар, вирощених за органічною технологією, варіювала у межах значень цього показника у варіанті K_1 , але була на 0,003 та 0,004 мм/год нижчою, ніж у варіанті K_2 відповідно. Отже, можна припустити, що антифунгальні властивості кореневих екзометаболітів рослин гібридів соняшнику, вирощених за органічною технологією, мають здатність більшою мірою стримувати ріст та розвиток міцелію гриба порівняно із кореневими екзометаболітами рослин, вирощених за традиційною технологією.

На другу добу субкультивування спостерігалось подальше пригнічення швидко-

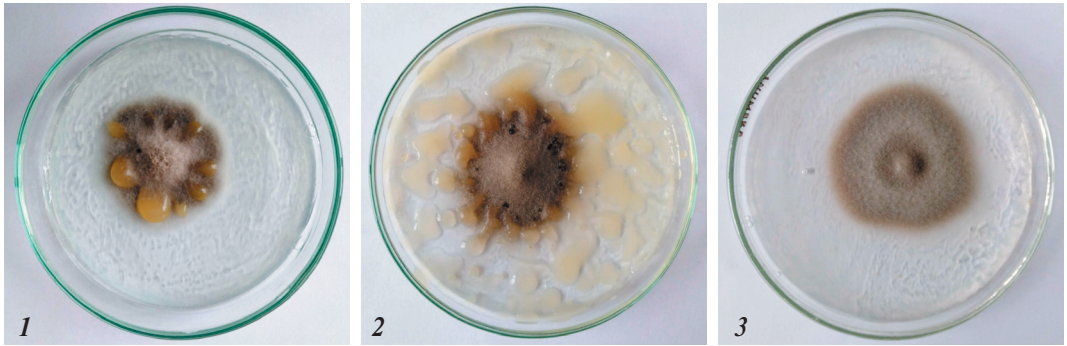


Рис. 3. Колонії гриба *A. alternata*, колонізовані бактеріями: 1 — *Micrococcus kristinae*; 2 — *Micrococcus varians*; 3 — контроль, без утворення бактерій

сті радіального росту міцелію досліджуваного ізоляту порівняно із контролем (K_1). Так, на фоні екзометаболітів проростків гібрида Душко цей показник був на 0,003 одиниці більшим, ніж у варіанті K_2 , та на 0,001 мм/год меншим, ніж у варіанті K_1 . Поряд із тим швидкість радіального росту міцелію гриба *A. alternata* на фоні екзометаболітів гібридів Олівер та Оскар дещо пригнічувалась (0,002 мм/год) порівняно з відповідними показниками варіантів K_1 і K_2 (рис. 2).

На третю добу спостерігалось істотне зниження швидкості радіального росту міцелію за впливу кореневих екзометаболітів соняшнику гібридів Душко та Оскар. Найнижчу швидкість радіального росту міцелію досліджуваного ізоляту зафіксовано за впливу кореневих екзометаболітів рослин гібрида Оскар –0,006 мм/год, що на 0,003 та 0,002 мм/год менше, ніж у варіантах K_1 та K_2 відповідно. Однак на фоні екзометаболітів рослин гібрида Олівер цей показник був на рівні свого значення у варіанті K_1 , що на 0,003 мм/год нижче, ніж у варіанті K_2 . На підставі отриманих результатів можна констатувати, що кореневі екзометаболіти рослин гібридів соняшнику, вирощених за органічною технологією, характеризуються більш вираженою антифунгальною властивістю порівняно з кореневими екзометаболітами рослин, вирощених за традиційною технологією.

Серед асоціативних мікроорганізмів, що заселяють клітини культурних рослин,

виділено групу ендоефітних бактерій, які утворюють стабільні асоціації з рослинами і можуть стимулювати їх стійкість до фітопатогенних мікроорганізмів та покращувати ріст і розвиток рослин. До таких мікроорганізмів належать бактерії роду *Micrococcus* sp., які було виявлено в процесі досліджень на колоніях гриба *A. alternata* (рис. 3). Ці бактерії є кокоподібними Γ^+ культурами, які проявляють каталазну активність [16].

Існує чимало фактів, що свідчать про можливість бактерій роду *Micrococcus* sp. стимулювати ріст і розвиток рослин шляхом постачання їм біологічного азоту, фітогормонів, а також виділення метаболітів з антимікробною дією, здатних захищати рослини від захворювань, спричинених патогенними мікроорганізмами [17].

Бактерії роду *Micrococcus*, які характеризуються високою стимулюючою дією щодо культурних рослин, можуть допомагати сприйнятливим до контамінації сортам і гібридам сільськогосподарських культур проявляти підвищену стійкість до некротрофних мікроміцетів. Тому виділені ізоляти було пересіяно в робочу колекцію, яку використали для подальшого вивчення взаємодії у системі «рослина – живитель – мікроміцети – бактерія».

ВИСНОВКИ

Кореневі екзометаболіти гібридів соняшнику Душко та Олівер за традиційної технології вирощування рослин характери-

зуються вищою антифунгальною здатністю порівняно із кореневими екзометаболітами гібрида Оскар. Сортові властивості рослин значною мірою впливають на динаміку росту міцелію гриба *A. alternata*.

Кореневі екзометаболіти рослин гібридів соняшнику, вирощених за органічною технологією, можуть більшою мірою стримувати ріст та розвиток міцелію гриба порівняно із рослинами, вирощеними за тра-

диційною технологією, що свідчить про їх вищу антифунгальну властивість порівняно з екзометаболітами рослин, вирощених за традиційною технологією.

Ізоляти ендоефітних бактерій, що виділені із рослин соняшнику, вирощеного за традиційною та органічною технологіями, належать до видів *Micrococcus kristinae* та *Micrococcus varians*, що здатні інтенсивно колонізувати колонії гриба *A. alternata*.

ЛІТЕРАТУРА

1. Cheng F. Research Progress on the use of Plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy / F. Cheng // *Frontiers in Plant Science*. — 2015. — No. 6. — P. 1020.
2. Демиденко О.В. Фізіологічна активність сільськогосподарських культур та відтворення родючості чорноземів в агроценозах / О.В. Демиденко // *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. — 2013. — Т. 45, № 3. — С. 213–221.
3. Елланська Н.Е. Мікробні угруповання та біологічна активність прикореневого ґрунту рослин *Phlox paniculata* L. / Н.Е. Елланська, П.І. Скрипка, О.П. Юношева // *Вісник Одеського національного університету*. — 2017. — Т. 22. — Вип. 2. — С. 67–75.
4. Root exudates regulate soil fungal community composition and diversity / C.D. Broeckling, A.K. Broz, J. Bergelson [et al.] // *Appl. Environ. Microbiol.* — 2008. — Vol. 74. — P. 738–744.
5. Юношева О.П. Специфіка мікробних угруповань інтродукованих рослин *Lavandula angustifolia* Mill. / О.П. Юношева, Н.Е. Елланська // *Ґрунтознавство*. — 2015. — Т. 16. — № 1–2. — С. 66–74.
6. Plant sars are the possible source of allelochemicals that can be useful in promoting sustainable agriculture / A. Iqbal, M. Namayun, Z.H. Khan [et al.] // *Fresenius Environmental Bulletin*. — 2019. — Vol. 28 (2 A). — P. 1040–1049.
7. Kamal J. Potential allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus* L.) on microorganisms / J. Kamal, A. Vano // *African Journal of Biotechnology*. — 2008. — Vol. 7 (22). — P. 4208–4211.
8. Петренко В.П. Стан і перспективи селекції соняшнику на стійкість до хвороб / В.П. Петренко // *Стойкість соняшнику до біо- та абіотичних чинників: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Харків, 24–25 червня 2014 р.)*. — Х., 2014. — С. 16–17.
9. Боровська І.Ю. Закономірності використання інфекційного фону фомопсису / І.Ю. Боровська // *Вісник Сумського національного аграрного університету*. — 2016. — Вип. 9. — С. 24–28.
10. Sunflower stalk diseases initiated through leaf infections / R.M. Harveson, F.M. Mathew, T.J. Gulya [et al.] // *Plant Health Prog.* — 2018. — Vol. 19. — P. 82–91.
11. Distribution frequency and incidence of seed-borne pathogens of some cereals and industrial crops in Serbia / J. Lević, S. Stanković, V. Krnjaja [et al.] // *Pestic. Phytomed.* — 2012. — Vol. 27 (1). — P. 33–40.
12. Scientific Opinion on the risks for animal and public health related to the presence of Alternaria toxins in feed and food: EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) [Електронний ресурс] // *EFSA Journal*. — 2011. — Vol. 9 (10). — Режим доступу: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2011.2407>
13. Bruinsma M. Effects of Genetically Modified Plants on Soil Ecosystem / M. Bruinsma, G.A. Kowalchuk, J.A. Veen // *Biology and Fertility of Soils*. — 2003. — Vol. 37 (6). — P. 329–337.
14. Наумов Г.Ф. Аллелопатические свойства выделенных прорастающих семян полевых культур и их сельскохозяйственное значение / Г.Ф. Наумов // *Аллелопатия и продуктивность растений*. — Х., 1988. — С. 5–12.
15. Насіння сільськогосподарських культур: Методи визначення якості: ДСТУ 4138:2002. — [Чинний від 2004-01-01]. — К.: Держстандарт України, 2002. — 141 с. — (Національний стандарт України).
16. Безноска І.В. Вплив метаболітів сортів перця солодкого на інтенсивність спорування мікроміцета *Alternaria solani* (Ell. et Mart.) / І.В. Безноска // *Агроекологічний журнал*. — 2013. — № 2. — С. 106–109.
17. Особливості взаємодії бактеріального штаму *Micrococcus luteus* ЛБК1 з рослинами сортів/гібридів огірка і перцю солодкого та з грибом *Fusarium oxysporum* sacc. / А. Парфенюк, О. Стерлікова, І. Безноска, В. Круть // *Мікробіологічний журнал*. — 2014. — Т. 76. — № 1. — С. 33–37.

REFERENCES

1. Cheng, F. (2015). Research Progress on the use of Plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy. *Frontiers in Plant Science*, 6, 1020 [in English].

2. Demydenko, O.V. (2013). Fiziologichna aktivnist silskohospodarskykh kultur ta vidtvorennia rodiuchosti chornozemiv v ahrotsenozakh [Physiological activity of crops and reproduction of chernozem fertility in agrocenoses]. *Fyziologiya y byokhymiya kulturnykh rastenyi – Physiology and biochemistry of crops*, 45 (3), 213–221 [in Ukrainian].
3. Ellanska, N.E., Skrypka, O.P., Yunosheva, H.I. (2017). Mikrobni uhrupovannia ta biolohichna aktivnist prykorenevoho gruntu Roslyn *Phlox paniculata* L. [Microbial grouping and biological activity of rootstock of plants *Phlox paniculata* L.]. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu – Bulletin of the Odessa National Universit*, 22 (2), 67–75 [in Ukrainian].
4. Broeckling, C.D., Broz, A.K., Bergelson, J., Manner, D.K., Vivanco, J.M. (2008). Root exudates regulate soil fungal community composition and diversity. *Appl. Environ. Microbiol*, 74, 738–744 [in English].
5. Yunosheva, O.P., Ellanska, N.E. (2015). Spetsyfyka mikrobynykh uhrupovan introdukovanykh Roslyn *Lavandula angustifolia* Mill. [Specificity of microbial groups of introduced plants *Lavandula angustifolia* Mill.]. *Hruntoznavstvo – Soil sciens*, 16 (1–2), 66–74 [in Ukrainian].
6. Iqbal, A., Hamayun, M., Khan, Z.H. [et al.] (2019). Plants are the possible source of allelochemicals that can be useful in promoting sustainable agriculture. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (2A), 1040–1049 [in English].
7. Kamal, J., Bano, A. (2008). Potential allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus* L.) on microorganisms. *African Journal of Biotechnology*, 7 (22), 4208–4211 [in English].
8. Petrenkova, V.P. (2014). Stan i perspektyvy selektsii soniashnyku na stiikist do khvorob [Condition and prospects of selection of sunflower for resistance to diseases]. Stiikist soniashnyku do bio- ta abiotychnykh chynnykiv [Stability of sunflower to bio- and abiotic factors] '14: *Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (24–25 chernya 2014 r.) – International scientific and practical conference*. (pp. 16–17). Kharkiv [in Ukrainian].
9. Borovska, I.Yu. (2016). Zakonomirnosti vykorystannia infektsiinoho fonu fomopsysu [Patterns of use infectious background fomopsis]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahramoho universytetu – Bulletin of the Sumy National Agrarian University*, 9, 24–28 [in Ukrainian].
10. Harveson, R.M., Mathew, M.F., Gulya, T.J., Markell, S.G., Block, C.C., Thompson, S. (2018). Sunflower stalk diseases initiated through leaf infections. *Plant Health Prog.*, 19, 82–91 [in English].
11. Lević, J., Stanković, S., Krnjaja, V. [et al.]. (2012). Distribution frequency and incidence of seed-borne pathogens of some cereals and industrial crops in Serbia. *Pestic. Phytomed.*, 27 (1), 33–40 [in English].
12. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) (2011). Scientific Opinion on the risks for animal and public health related to the presence of *Alternaria toxins* feed and food. *EFSA Journal*, 9 (10): 2407. Retrieved from <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2011.2407> [in English].
13. Bruinsma, M., Kowalchuk, G.A., Veen, J.A. (2003). Effects of Genetically Modified Plants on Soil Ecosystem. *Biology and Fertility of Soils*, 37 (6), 329–337 [in English].
14. Naumov, G.F. (1988). Allelopaticheskie svojstva vydelenij prorastajushchih semjan polevykh kul'tur i ih sel'skohozjajstvennoe znachenie [Allelopathic properties of secretions of germinating seeds of field crops and their agricultural significance]. *Allelopatijai produktivnost' rastenij [Allopathy and plant productivity]*. Kharkov [in Russian].
15. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti [Seeds of agricultural plants. Methods for quality determination]. (2002). *DSTU 4138:2002 from 01 January 2004*. Kyiv: Derzhspozhyv standart Ukrainy [in Ukrainian].
16. Beznosko, I. (2013). Vplyv metabolitiv sortiv Percyva solodkogo na intensyvniat sporoutvorennya mikro-miceta *Alternaria solani* (Ell. et Mart.) [Effect of metabolites of sweet pepper varieties on the spore formation intensity of the micronucleus *Alternaria solani* (Ell. et Mart.)]. *Ahroekologichnyi zhurnal – Agroecological Journal*, 2, 106–109 [in Ukrainian].
17. Parfeniuk, A., Sterlikova, O., Beznosko, I., Krut, V. (2014). Osoblyvosti vzaïemodii bakterialnoho shtamu *Micrococcus luteus* LBK1 z roslynamy sortiv/hibrydiv ohirka i pertsii solodkoho ta z hrybom *Fusarium oxysporum* scelecht [Features of the interaction of *Micrococcus luteus* BCK1 bacterial strains with sweet / cucumber / sweetpepper / hybrids plant and *Fusarium oxysporum* scelecht]. *Mikrobiologichnyi zhurnal – Microbiological journal*, 76 (1), 33–37 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу
30.04.2019

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОПРЕПАРАТІВ ЗА ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНОГО НАСІННЯ СОЇ

А.О. Чуб, Ю.В. Терновий, І.М. Городиська, А.М. Ліщук

Інститут агроекології і природокористування НААН

Наведено результати досліджень ефективності використання біопрепаратів за виробництва органічного посівного матеріалу сортів сої вітчизняної і зарубіжної селекції (Сузір'я і Кент). Встановлено, що обробка ділянок різними комплексами біопрепаратів забезпечувала покращення показників якості насіння; сприяла значному зменшенню забур'яненості посівів сої порівняно із контролем завдяки підвищенню конкурентоспроможності культурних рослин відносно сегетальних. Доведено, що комплекси біопрепаратів стимулювали ріст і розвиток рослин сої та сприяли накопиченню в ґрунті елементів живлення рослин. Відзначено, що сприятливі погодні умови посилювали дію біологічних препаратів та підвищували їх ефективність в процесі формування врожаю якісного органічного насіння сої. Доведено, що вирощування насіння сої за органічними технологіями потребує застосування біопрепаратів для передпосівної обробки ґрунту і насіння, а також у процесі росту і розвитку культури.

Ключові слова: органічне виробництво, органічне насіння, соя, біопрепарати, урожайність, якість, забур'яненість.

Нині у світі в умовах сучасного органічного господарювання дедалі більшої уваги приділяється біологічним засобам, дія яких спрямована на підвищення врожайності і захист сільськогосподарських рослин, збереження родючості ґрунтів, а також на повну заміну агрохімікатів та пестицидів біологічними препаратами. Згідно із Постановою Ради Європи від 28.06.2007 р., біологічний метод є основним стратегічним заходом екологічного контролю шкідливих організмів на посівах сільськогосподарських культур за органічного виробництва [1].

Хоча в результатах досліджень італійських вчених [2] йдеться про збільшення видового різноманіття бур'янів на дослідних ділянках за умов органічного вирощування сільськогосподарської продукції порівняно з традиційними технологіями, дані інших наукових публікацій [3] свідчать, що біологічний контроль насіння бур'янів може сприяти підвищенню стійкості сільськогосподарських культур, а ефективнішими, як стверджують литовські фахівці [4], є механічні методи боротьби

з бур'янами в поєднанні із застосуванням біопрепаратів.

Думки українських вчених щодо застосування біопрепаратів за умов органічного землеробства значно різняться. Зокрема, низка науковців [5] доводять, що органічні технології із застосуванням біологічних засобів та повною відмовою від мінеральних добрив не забезпечать належного надходження у ґрунт поживних речовин, зокрема фосфору. Особлива увага повинна бути приділена складовим органічного виробництва, які одночасно є й елементами інтенсивних технологій вирощування багатьох культур, як-от: суворе дотримання сівозмін, введення у сівозміни бобових культур, широке застосування органічних добрив, сидератів, біологічних методів захисту рослин.

Наразі Україна як асоційований член ЄС та член Світової організації торгівлі (СОТ) є спроможною запропонувати світовому ринку органічну продукцію насінництва, виготовлену за органічними технологіями без використання мінеральних добрив і пестицидів [6]. Використання високоякісного насінневого матеріалу є найважливішою умовою для отримання високих урожаїв [7]. Тому в різних краї-

нах існують спеціальні правові акти, що регулюють вимоги з якості посівного матеріалу під час його виробництва, а також контроль за їх дотриманням. На думку іноземних фермерів [8], за умов органічного насінництва слід не тільки застосовувати сучасні машини й обладнання для обробки посівів та проводити ґрунтозахисні заходи, а ще й використовувати високоякісне сертифіковане насіння найкращих елітних сортів.

Нині в органічно орієнтованому сільськогосподарському виробництві України першочергова увага приділяється збереженню біоти ґрунтів та регулюванню їх життєдіяльності, організації агротехнічних заходів, підтримці на належному рівні гомеостазу ґрунтових мікроорганізмів, зокрема їх чисельності і складу. Наразі виробляються й упродовжуються біологічні препарати, що забезпечують збагачення ґрунту грибами й бактеріями, а також спеціальні біоорганічні добрива, збагачені мікроорганізмами і біокаталізаторами. Оскільки органічне виробництво не передбачає використання мінеральних добрив та засобів хімічного захисту рослин, альтернативою їм є застосування біопрепаратів різної дії.

У біологізації сучасних агротехнологій вирощування сої особлива роль відводиться ґрунтовим мікроорганізмам. Одним із основних шляхів оптимізації агроєкосистеми в умовах органічного виробництва цієї культури є використання біологічних препаратів на основі азотфіксуючих та фосфатмобілізуєчих бактерій. Адже інокуляція насіння сої зазвичай сприяє збільшенню розмірів симбіотичного апарату, підвищує її врожайність, продуктивність, вміст сирого білка та жиру [9]. За органічного виробництва насіння сої ефективно застосовуються мікробіологічні препарати, створені на основі природних штамів мікроорганізмів. Так, мікроорганізми під час вирощування сої перетворюють складні сполуки у прості та доступні для живлення рослини. Завдяки повноцінному комплексу мікроорганізмів рослина сої отримує необхідне кореневе живлення, що реалізує генетичний потенціал її врожайності [10, 11].

Під час вирощування сої застосовують передпосівну інокуляцію насіння, що підвищує врожайність культури на 10–15% та покращує якість насіння [9]. Для цього застосовують мікробні препарати, переважно на основі азотфіксуючих бактерій — їх використання є суто біологічним процесом, що забезпечує систему удобрення, захист рослин та підвищення врожайності У боротьбі зі шкідниками й хворобами також набувають популярності мікробіологічні методи, що передбачають застосування біологічних препаратів — бактеріальних, грибних і вірусних, які вибірково діють на зниження та підтримання на безпечному рівні чисельності шкідливих організмів. Загальною перевагою бактеріальних препаратів над хімічними є те, що вони не накопичуються в урожаї [12]. Це уможливує їх використання в органічному виробництві.

З огляду на актуальність питання, метою роботи було дослідити врожайність органічного насіння сої за використання біопрепаратів в умовах Лісостепу України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкт досліджень — дія біопрепаратів у системі виробництва органічного посівного матеріалу сої в умовах Лісостепу України.

Досліди з вирощування органічного насіння сої проводили впродовж 2016–2018 рр. в умовах Правобережного Лісостепу України на Сквирському демонстраційному полігоні органічного виробництва Сквирської дослідної станції органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН (СДСОВ ІАП НААН). Територія демонстраційного полігона відноситься до рівнинного чорноземного агроґрунтового мікрорайону Київської обл. Наразі полігон сертифіковано для виробництва органічної продукції сертифікаційним органом ТОВ «Органік стандарт». Дослідні ділянки розміщували в шестипільній сівозміні, попередник — пшениця озима, яку вирощували по сидеральному пару. Умови проведення досліджень

є наближеними до польових. Технологія вирощування передбачала повну відмову від застосування хімічних засобів захисту рослин. Для захисту від бур'янів застосовували агротехнічний захід — обробку культури пружинною бороною для делікатної прополки Shtrigel німецької фірми Treffler. Ґрунт дослідних полів — чорнозем малогумусний крупнопилувато-середньосуглинковий за механічним складом.

Досліджували сорти сої вітчизняної та зарубіжної селекції, що зарекомендували себе як найбільш придатні для вирощування за органічними технологіями в умовах лісостепової зони України [13–15], а саме: Сузір'я — відділу селекції і первинного насінництва зернобобових культур ННЦ «Інститут землеробства НААН» та Кент — австрійської селекційно-насінницької компанії Saatbau Linz.

Вивчали посівні якості насіння сої (маса 1000 насінин, схожість, енергія проростання); фітосанітарний стан посівів; досліджували вплив біопрепаратів різних виробників на формування врожайності культури.

Польові та лабораторні досліді проводили за загальноприйнятими методиками (Трибель, 2001; Доспехов, 1985). Біометричні виміри та морфологічний опис — за методикою випробування на відмінності і однорідності сортів (ВОС). Дослідження ураженості посівів хворобами проводили за Л. Верещагіним [16]. Облік урожайності насіння сої проводили вимірювально-ваговим методом з облікової ділянки. Оцінку забур'яненості посіву здійснювали кількісно-видовим методом відповідно до методу обліку бур'янів [17].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У 2016–2018 рр. на СДСОВ ІАП НААН на органічних посівах сої сортів Сузір'я та Кент випробовували технології використання біологічних препаратів, дозволених в органічному виробництві. Посіви сої розміщували на полі № 4 площею 6,12 га у шестипільній сівозміні Сквирського демонстраційного органічного полігона, сертифікованого для виробництва

органічної продукції відповідним органом ТОВ «Органік стандарт». Попередник у сівозміні — пшениця озима. Посів сої здійснювали на глибину 4–5 см, норма висіву становила 180 кг/га (1,4 млн насінин/га, або 20–21 насінина на 1 пог. м). Площі дослідних ділянок є наближеними до виробничих розміром 0,45 га з міжряддям 15 см. У досліді випробовувано три варіанти.

Результати впливу біопрепаратів на біометричні показники сортів сої, показники якості органічного посівного матеріалу сої та обліку бур'янів на ділянках сої різних строків посіву впродовж трьох років (2016–2018) наведено у таблиці 1.

Так, біометричні виміри на дослідних ділянках засвідчили, що біопрепарати мають вплив на формування кількості бобів та насінин на рослинах (табл. 2), тоді як інші ознаки істотних змін не проявляли.

Слід зауважити, що показник висоти рослин сорту Сузір'я є вищим порівняно з сортом Кент. Це сприяє формуванню більшої кількості бобів і, відповідно, збільшує кількість виходу зерен із рослини під дією комплексу біологічних препаратів до 113 од. Своєю чергою, сорт Кент характеризується потужними рослинами за габітусом, які формують меншу кількість насінин, проте вони більші за розміром і тому, відповідно, збільшується маса 1000 насінин цього сорту.

Встановлено, що обробка біопрепаратами забезпечувала підвищення показників якості насіння (табл. 3).

Обробка рослин сої біопрепаратами сприяла збільшенню маси 1000 насінин обох сортів: Сузір'я — на 2,4–3,5%, Кент — на 2,8–4,5%.

Слід наголосити, що завдяки обробці посівів препаратами біологічного походження відбувається підвищення енергії проростання (на 3,8–5%) та схожості насіння (на 3,4–9,8%) обох досліджуваних сортів сої. Разом з тим отримані результати засвідчили відповідність отриманого органічного посівного матеріалу (як з контрольних варіантів, так і за обробки посівів біопрепаратами) вимогам для репродукційного насіння [18].

Таблиця 1

Використання біологічних препаратів на посівах сої, 2016–2018 рр.

№ ділянки	Виробник біопрепарату	Назва біопрепарату	Назва агроприйому	Норма витрати	
				л/га	л/т
1	ТД «Ензим Агро»	Біомаг соя	Обробка насіння	–	4,0
		Біофосфорин		–	2,0
		Фітодоктор		–	1,0
		Біомаг	Обробка посівів	0,5	–
		Урожай органік		1,0	–
2	ТОВ «БТУ-Центр»	Міко-Хелп	Обробка ґрунту перед посівом	2,0	–
		Граундфікс		7,0	–
		Енпосам		0,5	–
		Міко-Хелп	Обробка насіння	–	2,0
		Органік баланс		–	1,0
		Азотофіт Р		–	0,5
		Хелп рост насіння		–	1,0
		Енпосам		–	0,3
		Різо Лайн	–	2,0	
		Органік баланс	Обробка посівів	0,5	–
		Енпосам		0,3	–
3	ТОВ «Центр ефективних технологій»	БІО АГ «Емочка родючість»	Обробка ґрунту	20,0	–
		Емочка оригінал	Обробка насіння	–	15,0
		БІО АГ «Емочка родючість»	Обробка посівів	10,0	–
4	Контроль (без обробки)				

Таблиця 2

Вплив біопрепаратів на біометричні показники сортів сої (середньозважені показники за 2016–2018 рр.)

№ варіанта	Сорт	Виробник біопрепарату	Довжина стебла, см	Кількість бобів на 1-й рослині, од.	Кількість насінин з 1-ї рослини, од.
1	Сузір'я	ТД «Ензим Агро»	68±3	41±2	110±3
2		ТОВ «БТУ-Центр»	70±4	42±1	112±2
3		ТОВ «Центр ефективних технологій»	70±3	42±1	113±2
4		Без обробки	69±5	38±2	106±4
5	Кент	ТД «Ензим Агро»	59±2	35±1	99±2
6		ТОВ «БТУ-Центр»	61±4	34±2	100±3
7		ТОВ «Центр ефективних технологій»	60±3	34±1	101±2
8		Без обробки	59±5	31±2	96±3

Таблиця 3

**Вплив біологічних препаратів на показники якості органічного посівного матеріалу сої
(середньозважені показники за 2016–2018 рр.)**

№ варіанта	Сорт	Виробник біопрепарату	Маса 1000 насінин, г	Енергія проростання, %	Схожість, %
1	Сузір'я	ТД «Ензим Агро»	174±0,8	83±1,0	91±1,5
2		ТОВ «БТУ-Центр»	176±0,5	84±1,0	92±1,0
3		ТОВ «Центр ефективних технологій»	176±0,8	84±1,5	93±1,5
4		Без обробки	170±0,9	80±1,5	88±1,5
5	Кент	ТД «Ензим Агро»	184±0,5	78±1,0	88±1,0
6		ТОВ «БТУ-Центр»	185±0,7	78±1,0	89±1,0
7		ТОВ «Центр ефективних технологій»	187±0,9	79±1,5	90±1,0
8		Без обробки	179±1,0	75±1,5	82±1,5

Негативну роль в отриманні врожаю органічного насіння сої відіграли абіотичні та біотичні чинники: висока інтенсивність опадів та забур'яненість у період дозрівання зерна. Серед ідентифікованих бур'янів переважали: Лобода біла (*Chenopodium album* L.), Щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus*), Плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* L.), Мишій (*Setaria glauca* L.), Гірчак зміїний (*Polygonum bistorta*).

Зафіксовано зменшення забур'яненості посівів порівняно із контролем на дослідних ділянках сої, оброблених різними комплексами препаратів. Так, на дослідних ділянках сої сортів Сузір'я та Кент, оброблених біопрепаратами, зафіксовано 2–3 рослини бур'янів на 10 м², що не становить істотної конкуренції культурним рослинам та в 2–3 рази менше, ніж у контрольному варіанті досліджу.

Зменшення кількості сегетальних рослин у посівах сої за обробки біологічними препаратами обумовлено інтенсифікацією процесів росту та розвитку культурної рослини, що своєю чергою збільшує конкурентоздатність сої відносно бур'янів.

Окрім того, у 2018 р. досліджували врожайність сортів сої залежно від обробки комплексами біопрепаратів. Для передпосівної обробки насіння сої та ґрунту дослідних ділянок було використано комплекси біопрепаратів чотирьох компаній-виробників (табл. 4).

У контрольному варіанті передпосівну обробку насіння сої біопрепаратами не проводили, а технологія вирощування цієї культури, як і у всьому масиві досліджу, — загальноприйнята для органічного виробництва.

Упродовж вегетації сої у 2018 р. тричі здійснювали обробку двох ділянок біопрепаратами у фазі першого трійчастого листка, бутонізації та формування бобів. Для цього на ділянці № 2 використовували препарати Органік баланс і Енпосам (норма витрати становила 0,5 і 0,3 л/га відповідно) виробника ТОВ «БТУ-Центр»; на ділянці № 4 — препарат Стимулак ВЕГ від ТОВ «А-Райс». На ділянках № 1 і 3 обробку біологічними препаратами у період вегетації рослин не проводили. Того самого року на посівах сої було випробувано три нові технології застосування біологічних засобів захисту, живлення та поліпшувачів ґрунту. Вказані технології порівнювали з контролем і незмінною органічною технологією, що застосовувалася на посівах сої впродовж 2016–2017 рр.

Погодні умови 2018 р. характеризувалися високими температурами та відсутністю опадів на початку вегетації. Зазвичай основна частина обробок біологічними препаратами припадає саме на цей період вегетації сої. Ефективність дії на рослини більшості мікробіологічних препаратів за таких умов значно зменшується. Лише обробку сої біо-

Таблиця 4

Використання біологічних препаратів перед посівом сої, 2018 р.

№ ділянки	Виробник біопрепарату	Комплекс біопрепаратів	Назва агроприйому	Норма витрати	
				л/га	л/т
1	ТОВ «Філазоніт Україна»	Філазоніт	Обробка ґрунту	15,0	–
2	ТОВ «БТУ-Центр»	Міко-Хелп	Обробка ґрунту	2,0	–
		Граундфікс		7,0	–
		Енпосам		0,5	–
		Фіто-Хелп	Обробка насіння	–	1,0
		Хелп рост насіння		–	1,0
		Енпосам		–	0,3
Різо Лайн	–	2,0			
3	ПП «Сучасні аграрні технології»	Протегер	Обробка насіння	–	1,0
		Роколта		–	1,0
4	ТОВ «А-Райс»	Стимулакс ВЕГ	Обробка насіння	–	0,5
5	Контроль (без обробки)				

препаратами у фазу формування бобів, що припадає на липень, у 2018 р. проводили на фоні інтенсивних опадів (229 мм), що стимулювало ріст та розвиток рослин на всіх дослідних ділянках.

Досліджувані сорти сої Сузір'я і Кент по-різному реагували на обробку біопрепаратами (табл. 5). Загалом, зафіксовано незначний вплив біопрепаратів на дослідних посівах порівняно з попередніми роками

Таблиця 5

Врожайність сої залежно від сорту і обробки комплексами біопрепаратів, 2018 р.

№ варіанта	Виробник біопрепарату	Площа ділянки, га	Урожай, ц	Урожайність, ц/га	Прибавка, ц/га	Вологість зерна, %
<i>Сорт сої Сузір'я</i>						
1	ТОВ «Філазоніт Україна»	0,45	12,1	26,3	1,2	14,1
2	ТОВ «БТУ-Центр»	0,45	12,1	26,3	1,2	13,9
3	ПП «Сучасні аграрні технології»	0,45	11,7	25,5	0,4	13,8
4	ТОВ «А-Райс»	0,45	11,9	25,9	0,8	13,8
<i>Контроль</i>		0,90	23,0	25,1	–	13,7
НІР ₀₀₅				0,1		
<i>Сорт сої Кент</i>						
1	ТОВ «Філазоніт Україна»	0,45	12,7	27,7	1,8	13,1
2	ТОВ «БТУ-Центр»	0,45	12,6	27,3	1,4	13,0
3	ПП «Сучасні аграрні технології»	0,45	12,65	27,5	1,6	12,8
4	ТОВ «А-Райс»	0,45	12,1	26,3	0,4	12,8
<i>Контроль</i>		0,90	23,8	25,9	–	12,7
НІР ₀₀₅				0,1		

досліджень (2016–2017). Слід зауважити, що сорт Кент краще відреагував на внесення біопрепаратів, сформувавши вищу врожайність рослин порівняно із сортом Сузір'я – у варіантах досліду № 1, 2 і 3.

Так, сорт Кент краще реагував на технології перших трьох виробників, тоді як за внесення органічного добрива ТОВ «А-Райс» вищі результати продемонстрував сорт Сузір'я. Найвищу врожайність обох сортів забезпечила технологія ТОВ «Філазоніт Україна» за внесення комплексу мікроорганізмів безпосередньо у ґрунт перед посівом. Максимальну прибавку врожайності на рівні 1,8 ц/га продемонстрував сорт Кент. Майже однаковою прибавкою відреагували сорти сої на використання комплексу препаратів ТОВ «БТУ-Центр»: Сузір'я – 1,3 та Кент – 1,4 ц/га.

ВИСНОВКИ

Зважаючи на зростання попиту на органічну продукцію, у т.ч. органічну сою, а також на широкі економічні перспективи цього напрямку виробництва, актуальним є розробка науково обґрунтованої технології ведення органічного насінництва сої в Україні.

Дослідженнями СДСОВ ІАП НААН доведено, що технології вирощування насіння сої за органічними технологіями потребують широкого застосування біопрепаратів як для обробки ґрунту і насіння сої, так і безпосередньо під час росту й розвитку культури; встановлено, що комплекси біопрепаратів стимулювали ріст і розвиток рослин сої.

Сприятливі погодні умови забезпечували підсилені дії біологічних препаратів, збільшуючи врожайність культури та покращуючи якість насіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова Ради (ЄС) № 834/2007 від 28.06.2007 про органічне виробництво та маркування органічної продукції [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://organicstandard.com.ua/files/standards/ua/ec/EU%20Reg_834_2007%20Organic%20Production_UA.pdf
2. Organic farming enhances parasitoid diversity at the local and landscape scales / D.J. Inclan, P. Cerretti, D. Gabriel et al. // *Jornal of Applied Ecology*. – 2015. – Vol. 52. – No. 4. – P. 1102–1109.

3. Weed seed predation in organic and conventional fields / S. Navntoft, S.D. Wratten, K. Kristensen et al. // *Biological Control*. – 2009. – Vol. 49. – No. 1. – P. 11–16.
4. The impact of non-chemical weed control methods on the disease occurrence in the organically grown winter oilseed rape crop / A. Marcinkevičienė, R. Velička, L.M. Butkevičienė et al. // *Zemdirbyste-Agriculture*. – 2018. – Vol. 105. – P. 331–338.
5. *Авраменко Т.П.* Організаційно-економічні аспекти органічного землеробства в Україні / Т.П. Авраменко // *Інноваційна економіка*. – 2012. – № 10 (36). – С. 166–169.
6. *Зубчатов С.Р.* Біологічний метод – основа органічного землеробства / С.Р. Зубчатов, Л.А. Сафронова // *Посібник українського хлібороба*. – 2016. – № 1. – С. 259–264.
7. Effect of planting date, seed treatment, and cultivar on plant population, sudden death syndrome, and yield of soybean / Y.R. Kandel, K.A. Wise, C.A. Bradley et al. // *Plant Disease*. – 2016. – Vol. 100. – No. 8. – P. 1735–1743.
8. *Seufert V.* Comparing the yields of organic and conventional agriculture / V. Seufert, N. Ramankutty, J. Foley // *Nature*. – 2012. – Vol. 485. – No. 10. – P. 229–232.
9. *Бахмат О.М.* Вплив інокуляції насіння на врожайність, збір сирого білка та жиру сої в Лісо-stepу Західному / О.М. Бахмат // *Корми і кормо виробництво: Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. – 2013. – Вип. 75. – С. 68–73.
10. *Городиська І.М.* Використання біопрепаратів за умов органічного виробництва сої / І.М. Городиська, Л.Б. Плаксюк, А.О. Чуб // *Вісник аграрної науки*. – 2018. – № 9. – С. 73–78.
11. *Городиська І.М.* Роль біологічних препаратів у органічному землеробстві / І.М. Городиська, Ю.В. Терновий, А.О. Чуб // *Збалансоване природокористування*. – 2018. – № 2. – С. 54–58.
12. *Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія / за ред. Я.М. Гадзала, В.Ф. Камінського*. – К.: Аграрна наука, 2016. – 592 с.
13. Сортовий асортимент сої для органічного виробництва / Ю.В. Терновий, І.М. Городиська, А.О. Чуб, Л.Б. Плаксюк // *Агроекологічний журнал*. – 2018. – № 3. – С. 45–51.
14. *Плаксюк Л.Б.* Адаптивний потенціал сортів сої в умовах перехідного періоду до органічного землеробства [Електронний ресурс] / Л.Б. Плаксюк, І.М. Городиська, О.В. Тарасенко // *Наукові доповіді НУБіП України*. – 2018. – № 3 (73). – Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.03.012>
15. *Плаксюк Л.Б.* Оцінка гербологічної ситуації на посівах сої у перехідному періоді до органічного землеробства в умовах зміни клімату / Л.Б. Плаксюк, А.В. Вдовиченко, Ю.В. Терновий // *Збалансоване природокористування*. – 2017. – № 1. – С. 123–127.
16. *Верещагин Л.Н.* Вредители и болезни зерновых колосовых культур / Л.Н. Верещагин. – К.: Юнивест Маркетинг, 2001. – 128 с.

17. Лозовіцький П.С. Основи землеробства та рослинництва: Посібник для вищих учбових закладів / П.С. Лозовіцький. — Кн. 1: Землеробство. — К., 2010. — 268 с.
18. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови: ДСТУ 2240-93. — [Чинний від 01.07.1994]. — К.: Держстандарт України, 1993. — 74 с.

REFERENCES

1. Postanova Rady (YeS) № 834/2007 від 28.06.2007 про органічне виробництво та маркування органічної продукції [Council Regulation (EU) No. 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labeling of organic products]. (n.d.). *organic standard.com.ua*. Retrieved from: http://organicstandard.com.ua/files/standards/ua/ec/EU%20Reg_834_2007%20Organic%20Production_UA.pdf [in Ukrainian].
2. Inclán, D.J., Cerretti, P., Gabriel, D., Benton, T.G., Sait, S.M., Kunin, W.E., ... & Marini, L. (2015). Organic farming enhances parasitoid diversity at the local and landscape scales. *Journal of Applied Ecology*, 52 (4), 1102–1109 [in English].
3. Navntoft, S., Wratten, S.D., Kristensen, K., & Esbjerg, P. (2009). Weed seed predation in organic and conventional fields. *Biological Control*, 49 (1), 11–16 [in English].
4. Marcinkevičienė, A., Velička, R., Butkevičienė, L. M., Keidan, M., Pupalienė, R., Kriaučiūnienė, Z. et al. (2018). The impact of non-chemical weed control methods on the disease occurrence in the organically grown winter oilseed rape crop. *Zemdirbyste-Agriculture*, 105 (4), 331–338 [in English].
5. Avramenko, T.P. (2012). Organizacijno-ekonomični aspekti organičnogo zemlerobstva v Ukrajinі [Organizational-economic aspects of organic agriculture in Ukraine]. *Innovacijna ekonomika – Innovative economy*, 10 (36), 166–169 [in Ukrainian].
6. Zubchatov, S.R., & Safronova, L.A. (2016). Biologičnij metod – osnova organičnogo zemlerobstva [Biological method – the basis of organic agriculture]. *Posibnyk ukrajinskogo xliboroba – The manual of the Ukrainian grain breadman*, 1, 259–264 [in Ukrainian].
7. Kandel, Y.R., Wise, K.A., Bradley, C.A., Tenuta, A.U., & Mueller, D.S. (2016). Effect of planting date, seed treatment, and cultivar on plant population, sudden death syndrome, and yield of soybean. *Plant disease*, 100 (8), 1735–1743 [in English].
8. Seufert, V., Ramankutty, N., & Foley, J.A. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485 (7397), 229–232 [in English].
9. Baxmat, O.M. (2013). Vplyv inokulyaciyi nasinnja na urozhajnist, zbir syrogo bilka ta zhyru soyi v Lisostepu Zaxidnomu [Influence of seed inoculation on yield, collection of raw protein and soy fat in the Forest-steppe Western]. *Kormy i kormovyrobnyt-*

- vo – Forages and fodder production*, 75, 68–73 [in Ukrainian].
10. Gorodyska, I.M., Plaksyuk, L.B., & Chub, A.O. (2018). Vykorystannya biopreparativ za umov organičnogo vyrobnytctva soyi [Use of biologics in conditions of organic soy production]. *Visnyk agrarnoyi nauky – Journal of Agrarian Science*, 9, 73–78 [in Ukrainian].
 11. Gorodyska, I.M., Ternovyj, Yu.V., & Chub, A.O. (2018). Rol biologičnyx preparativ u organičnomu zemlerobstvi [The role of biological products in organic farming]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya – Balanced natural resources*, 2, 54–58 [in Ukrainian].
 12. Hadzalo, Ya.M., & Kamins'kyj, V.F. (Eds.). (2016). *Naukovi osnovy vyrobnytctva orhanichnoyi produktsiyi v Ukrajinі [Scientific basis of organic production in Ukraine]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
 13. Ternovyj, Yu.V., Gorodyska, I.M., Chub, A.O., & Plaksyuk, L.B. (2018). Sortovij asortyment soyi dlya organičnogo vyrobnytctva [Variety assortment of soya for organic production]. *Ahroekologičnyj zhurnal – Agroecological journal*, 3, 45–51 [in Ukrainian].
 14. Plaksyuk, L.B., Gorodyska, I.M., & Tarasenko, O.V. (2018). Adaptivnij potencial sortiv soyi v umovax perexidnogo periodu do organičnogo zemlerobstva [Adaptive potential of soybean varieties in conditions of transition to organic farming]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrajinі – Scientific reports of NUBiP of Ukraine*, 3 (73). Retrieved from: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.03.012> [in Ukrainian].
 15. Plaksyuk, L.B., Vdovychenko, A.V., & Ternovyj, Yu.V. (2017). Ocinka gerbiologičnoyi sytuaciyi na posivax soyi u perexidnomu periodi do organičnogo zemlerobstva v umovax zminy klimatu [Assessment of the herbiological situation on soybean crops in the transitional period to organic farming under conditions of climate change]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya – Balanced natural resources*, 1, 123–127 [in Ukrainian].
 16. Vereshchagin, L.N. (2001). *Vrediteli i bolezni zernovykh kolosovykh kul'tur [Pests and diseases of cereal crops]*. Kyiv: YUnivest Marketing [in Ukrainian].
 17. Lozovitskyj, P.S. (2010). Osnovy zemlerobstva ta roslynnytstva. [Fundamentals of agriculture and plant growing]. *Knyha 1. Zemlerobstvo [Book 1. Agriculture]*. Kyiv [in Ukrainian].
 18. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Sortovi ta posivni yakosti. Tekhnichni umovy: DSTU 2240-93. (1993). [Seeds of agricultural crops. Varietal and sowing qualities. Specifications]. (n.d.). *DSTU 2240-93 from 01st July 1994*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу
30.04.2019

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОПРЕПАРАТУ ЕНТЕРОНОРМІН НА РАННІХ ЕТАПАХ ОНТОГЕНЕЗУ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

С.А. Ященко, Т.О. Грабовська, М.Б. Грабовський, О.І. Слободенюк

Білоцерківський національний аграрний університет

*Досліджено вплив симбіотичного препарату Ентеронормін, до складу якого входять живі культури корисних мікроорганізмів роду *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp. та бактерій *Bacillus subtilis* spp., на енергію проростання насіння та біометричні показники рослин пшениці озимої на ранніх стадіях онтогенезу. Встановлено, що обробка рослин препаратом Ентеронормін покращує показники схожості, приросту кількості листків, сухої маси, довжини та кількості коренів і висоти рослин. Використання біопрепарату сприяє зростанню вмісту хлорофілу та підвищенню стійкості рослин до несприятливих екологічних чинників завдяки покращенню показників вмісту суми хлорофілу $a + b$ та їх співвідношення a/b .*

Ключові слова: *Ентеронормін, пшениця озима, хлорофіл, енергія проростання, біометричні показники.*

У сучасних умовах розвитку аграрного виробництва актуальним питанням є зменшення хімічного навантаження на агроєкосистеми та підвищення екологічної безпеки навколишнього природного середовища. Одним із шляхів розв'язання цієї проблеми може бути використання біопрепаратів, які сприяють заселенню рослин корисними мікроорганізмами, внаслідок чого формується захисний екран. Застосування біопрепаратів може стати одним із основних напрямів вдосконалення сільськогосподарського виробництва з дотриманням принципів зменшення забруднення природного довкілля.

Відомо, що мікроорганізми широко використовують у практиці для захисту зернових, підвищення їхньої стійкості й продуктивності, а також для зниження токсичності ґрунту і впливу пестицидного навантаження на агроєкосистеми [1, 2]. Бактерії родів *Bacillus*, *Lactobacillus* та *Enterococcus* використовують дослідники у різних поєднаннях та співвідношеннях як основу біопрепаратів із антимікробною та стимулюючою дією [3–6].

Метою роботи є дослідження впливу симбіотичного препарату Ентеронормін на енергію проростання, біометричні показники та стійкість рослин пшениці озимої до

несприятливих екологічних чинників на ранніх стадіях онтогенезу.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Рослини обробляли симбіотичним препаратом Ентеронормін, до складу якого входять живі культури корисних мікроорганізмів роду *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp. та бактерій *Bacillus subtilis* spp. Насіння обробляли препаратом у концентраціях: 0,1 (Н₁), 0,3 (Н₂), 0,5 (Н₃), 0,7 (Н₄) та 1 (Н₅); листки — 0,04 (Л₁), 0,2 (Л₂), 0,4 (Л₃), 0,8 (Л₄) та 1 (Л₅) на 15-у добу. Контрольні рослини обробляли дистильованою водою. Для досліджень використовували сорт пшениці озимої Подолянка.

У лабораторних умовах визначали енергію проростання та лабораторну схожість за ДСТУ 4138-2002. Рослини вирощували у вегетаційних ємностях упродовж 30 діб, визначали біометричні показники впродовж дослідів. Статистичну обробку результатів виконували за Б.А. Доспеховим [7]. Визначення хлорофілу здійснювали методом спектрофотометрії [8].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Лабораторна схожість насіння пшениці озимої становила понад 95% як на контролі, так і у всіх варіантах дослідів. На 3-ю та 5-у добу насіння, оброблене препаратом Ентеронормін, мало більшу енергію про-

Таблиця 1

Енергія проростання насіння пшениці озимої за обробки біопрепаратом Ентеронормін, %

Концентрація препарату	3-я доба	5-а доба
H ₁	86,2	89,6
H ₂	86,6	89,9
H ₃	87,1	90,4
H ₄	87,5	90,9
H ₅	87,9	91,4
Контроль	85,6	88,9
НІР ₀₅	1,0	1,0

ростання порівняно з контролем, за винятком варіанта H₁ (табл. 1). Найвищий ефект спостерігався у варіанті за концентрації H₅.

На 7-у добу за обробки насіння препаратом у концентраціях H₄, H₅ у середньому

довжина пагона зроста на 7,1%, довжина кореня – на 14,9 та 16,2%, кількість бічних коренів – на 13,4 та 14,8% порівняно з контролем відповідно (табл. 2). Біометричні показники проростків пшениці озимої на 30-у добу визначали за обробки насіння,

Таблиця 2

Біометричні показники проростків пшениці озимої за обробки біопрепаратом Ентеронормін насіння та листків культури

Концентрація препарату	7-а доба			30-а доба		
	довжина пагона, см	довжина кореневої системи, см	кількість коренів, од.	висота рослин, см	кількість листків, од.	суха маса кореня, г
<i>Обробка насіння</i>						
H ₁	6,19	9,05	2,86	36,6	4,0	0,042
H ₂	6,43	9,64	2,96	35,6	4,0	0,043
H ₃	6,54	9,68	3,13	35,6	4,1	0,040
H ₄	6,82	10,80	3,30	36,5	4,1	0,054
H ₅	6,82	10,92	3,34	37,3	4,2	0,059
<i>Обробка листків</i>						
L ₁	–	–	–	33,6	4,3	0,042
L ₂	–	–	–	36,1	4,2	0,049
L ₃	–	–	–	36,0	4,3	0,054
L ₄	–	–	–	37,3	4,6	0,059
L ₅	–	–	–	37,0	4,5	0,062
<i>Обробка насіння та листків</i>						
H ₁ + L ₁	–	–	–	35,7	4,3	0,040
H ₂ + L ₂	–	–	–	35,6	4,3	0,047
H ₃ + L ₃	–	–	–	38,4	4,2	0,050
H ₄ + L ₄	–	–	–	37,2	4,6	0,054
H ₅ + L ₅	–	–	–	38,3	4,6	0,063
Контроль	6,37	9,40	2,91	33,8	3,9	0,042
НІР ₀₅	0,29	0,88	0,23	1,8	0,2	0,005

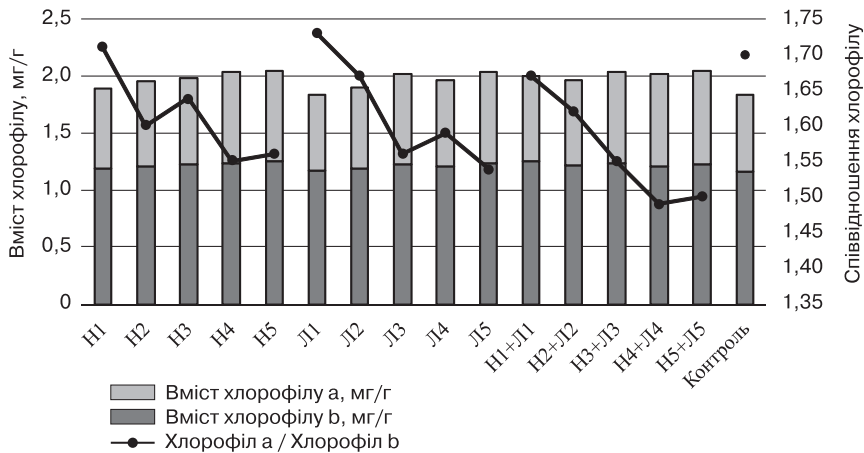


Рис. Вміст хлорофілу у рослинах пшениці озимої: HP_{05} для вмісту хлорофілу a — 0,02; b — 0,03; a/b — 0,04

листіків та за їх сумісної обробки. У середньому висота рослин варіювала у межах 33,6–38,3 см. Оптимального ефекту в досліді було досягнуто за обробки насіння та листків рослин препаратом у концентраціях H_5 , L_4 , L_5 та за комплексної обробки $H_4 + L_4$, $H_5 + L_5$ (вище на 9,5–13,6% порівняно з контролем). За кількістю листків усі дослідні рослини відрізнялися від контролю, крім рослин, насіння яких було оброблено препаратом у концентрації H_1 , H_2 ($HP_{05} = 0,2$ од.). Приріст кількості листків у рослин спостерігався за обробки рослин препаратом у концентраціях L_4 , L_5 та за комплексної обробки — $H_4 + L_4$, $H_5 + L_5$ на 15,4–17,9%. Суха маса коренів рослин пшениці озимої за обробки насіння та листків препаратом у концентраціях L_5 та комплексом $H_5 + L_5$ зростає у 1,5 раза.

Стійкість рослин до впливу чинників довкілля обумовлено фізіологічними особливостями організму. Найбільшою мірою адаптацію рослин до змін умов середовища існування характеризує вміст пігментів у листках. Збільшення вмісту хлорофілу a та b опосередковано вказує на підвищення інтенсивності фотосинтезу, а отже, продуктивності та стійкості рослин.

Найвищі показники вмісту хлорофілу $a + b$ (2,04–2,05 мг/г) зафіксовано за обробки насіння та листків рослин біопрепаратом у концентраціях H_4 , H_5 , L_3 , L_5 та за

сумісної дії — $H_3 + L_3$, $H_4 + L_4$, $H_5 + L_5$, що на 9,8–11,4% перевищує контроль (рис.). Із збільшенням концентрації препарату спостерігалось зростання вмісту хлорофілу b та зниження співвідношення a/b — до 0,21, що свідчить про підвищення стійкості оброблених препаратом рослин до несприятливих екологічних чинників.

Отже, обробка насіння препаратом Ентеронормін на основі мікроорганізмів роду *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp. та бактерій *Bacillus subtilis* spp. підвищує показники енергії проростання та схожості рослин пшениці озимої, що узгоджується з даними відомих досліджень на пшениці ярій [9] та пшениці озимій [10]. Біометричні показники пшениці озимої, як-от: приріст листків, суха маса коренів та висота рослин у наших дослідженнях зростають за сумісної обробки біопрепаратом насіння та листків. Позитивний ефект впливу препарату із вмістом бактерій *Bacillus subtilis* spp. на біометричні показники рослин також відзначено у працях інших авторів [4, 5, 10].

Використання біологічних препаратів сприяє зростанню вмісту хлорофілу a та b і підвищенню стійкості рослин до несприятливих екологічних чинників. У досліді встановлено, що застосування препарату Ентеронормін сприяло покращенню показників вмісту суми хлорофілу $a + b$ та їх співвідношення a/b .

ВИСНОВКИ

Використання симбіотичного препарату Ентеронормін для обробки пшениці озимої сприяє кращому проростанню насіння, позитивно впливає на біометричні показники рослин, як-от: довжина пагонів, маса коренів, кількість листків; зростанню вмісту хлорофілу *a* та *b*, підвищенню стійкості рослин до несприятливих чинників довкілля. Тому ми рекомендуємо застосовувати біопрепарат Ентеронормін, що містить бактерії роду *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp. та бактерій *Bacillus subtilis* spp. у концентраціях 1 л/т для обробки насіння та 1 л/га для обробки листків рослин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білявська Л.О. Вплив метаболічних біопрепаратів на основі ґрунтових стрептоміцетів на продуктивність пшениці ярої / Л.О. Білявська // Агроєкологічний журнал. — 2016. — № 3. — С. 74–83.
2. Ability of *Lactobacillus plantarum* on 12 and *Bacillus megaterium* on 484 to stimulate growth of wheat seedlings and to form biofilms / V.S. Tverdokhlib, N.V. Limanska, K.D. Krylova, V.O. Ivanytsia // Мікробіологія і біотехнологія. — 2018. — № 4 (44). — С. 6–18. — DOI: [http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2018.4\(44\).149360](http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2018.4(44).149360).
3. Effect of *Lactobacillus plantarum* on growth characteristics of wheat in hydroponics and soil / N.V. Limanska, N.V. Sokolova, A.A. Sudak et al. // Мікробіологія і біотехнологія. — 2018. — № 3. — С. 36–49. — DOI: [http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2018.3\(43\).142239](http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2018.3(43).142239).
4. Малиновська І.М. Особливості застосування композицій мікроорганізмів у технології вирощування пшениці ярої / І.М. Малиновська, О.О. Черниш, В.М. Юла // Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». — 2015. — Вип. 3. — С. 24–31.
5. Вплив препаратів на особливості формування продуктивності пшениці озимої в умовах Полісся / О.І. Савчук, Н.А. Кошицька, В.В. Гуреля [та ін.] // Органічне виробництво і продовольча безпека: [зб. доп. учасн. VI Міжнар. наук.-практ. конф.]. — Житомир: О.О. Євенок, 2018. — С. 310–315.
6. Літвінова В.В. Роль ґрунтової мікрофлори у процесі мобілізації фосфору з його малорозчинних сполук [Електронний ресурс] / В.В. Літвінова, К.В. Лаврентьєва, Т.В. Скляр // Вісник проблем біології і медицини. — 2018. — № 1 (142). — Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-gruntovoyi-mikroflori-u-protseсах-mobilizatsiyi-fosforu-z-yogo-malorozchinnih-spoluk>
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — 5-е изд. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
8. Кабар А.М. Спецпрактикум із фізіології та біохімії рослин: Практичне видання / А.М. Кабар,

Г.А. Зайко, Т.Ю. Лихолат. — Дніпропетровськ: РВВ ДНУ, 2013 — 33 с.

9. Корягин Ю.В. Влияние применения биопрепаратов и микроэлементов на посевные качества семян яровой пшеницы / Ю.В. Корягин // Достижения науки и техники АПК. — 2014. — Т. 28, № 10. — С. 29–30.
10. Зимоглядова Т.В. Эффективность биопрепаратов на разных сортах озимой пшеницы [Електронний ресурс] / Т.В. Зимоглядова, В.В. Жадан, С.В. Назказной // Защита и карантин растений. — 2009. — № 11. — Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-biopreparatov-na-raznyh-sortah-ozimoy-pshenitsy>

REFERENCES

1. Biliavska, L.O. (2016). Vplyv metabolichnyh biopreparativ na osnovi gruntovyh streptomitsetiv na produktyvnist pshenytsi yaroї [The impact of methabolic bio preparations, based on soil streptomycetes, on productivity of spring wheat]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 3, 74–83 [in Ukrainian].
2. Tverdokhlib, V.S., Limanska, N.V., Krylova, K.D., Ivanytsia, V.O. (2018). Ability of *Lactobacillus plantarum* on 12 and *Bacillus megaterium* on 484 to stimulate growth of wheat seedlings and to form biofilms. *Microbiologia i biotekhnologia*, 4 (44), 6–18. DOI: [http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2018.4\(44\).149360](http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2018.4(44).149360) [in English].
3. Limanska, N.V., Sokolova, N.V., Sudak, A.A., Galkin, M.B., Ivanytsia, V.O. (2018). Effect of *Lactobacillus plantarum* on growth characteristics of wheat in hydroponics and soil. *Microbiologia i biotekhnologia*, 3, 36–49. DOI: [http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2018.3\(43\).142239](http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2018.3(43).142239) [in English].
4. Malinovska, I.M., Chernush, O.O., Yula, V.M. (2015). Osoblyvosti zastosuvannya kompozitsiy mikroorganizmiv u tehnologii vyroshchuvannya pshenytsi yaroї [The opportunities of microbial composition using in technology of spring wheat growing]. *Zbirnik naukovuh prats NNTS «Institut zemlerobstva NAAN» — Collection of scientific works of NSC «Institute of Agriculture of NAAS»*, 3, 24–31 [in Ukrainian].
5. Savchuk, O.I., Koshutska, N.A., Gurelia, V.V. (2018). Vplyv preparativ na osoblyvosti formuvannya produktyvnosti pshenytsi ozimoi v umovah Polissia [Influence of preparations on the peculiarities of the formation of winter wheat productivity in the Polissya]. *Organic production and food safety '18: VI Mizhnar. nauk.-prakt. konf. — 6th International sci. pract. Conf.* (pp. 310–315). Zhytomyr: O.O. Yevенок [in Ukrainian].
6. Litvinova, V.V., Lavrentieva, K.V., Skliar, T.V. (2018). Rol gruntovoi mikroflori u protseсах mobilizatsiyi fosforu z yogo malorozchunnuh spoluk [The role of soil microflora in the processes of mobilizing phosphorus from its low soluble compounds]. *Visnik problem biologii i medutsunu — Bulletin of Biology and Medicine*, 1 (142). Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-gruntovoyi-mikroflori-u-protseсах-mobilizatsiyi-fosforu-z-yogo-malorozchinnih-spoluk> [in Ukrainian].

7. Dospheov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta [Field experiment technique]*. Moskva [in Russian].
8. Kabar, A.M., Zaiiko, G.A., Luholat, T.U. (2013). *Spetspraktikum iz fiziologii ta biokhimiї roslin [Special Practice on Plant Physiology and Biochemistry]*. Dnipropetrovsk [in Ukrainian].
9. Koriagin, U.V. (2014). Vliianie primeneniia biopreparatov i mikroelementov na posevnuie kachestva semian arovoi pshenitsy [Influence of application of biopreparations and microelements on seed quality of spring wheat seeds]. *Dostigeniia nauki i tehniky APK — Achievements of science and technology of agriculture*, 10, 29–30 [in Russian].
10. Zimogliadova, T.V., Ghadan, V.V., Nakaznoi, S.V. (2009). Effektivnost biopreparatov na raznyh sortah ozimoї pshenitsy [The effectiveness of biological products in different varieties of winter wheat]. *Zashchita i karantini rasteniy — Plant protection and quarantine*. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-biopreparatov-na-raznyh-sortah-ozimoy-pshenitsy> [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу
29.04.2019

УДК 631.82/.86:633/.635:581.1

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174020>

ВПЛИВ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА VITERI 8-4-5 НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ РОСЛИН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

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

Інститут агроecології і природокористування НААН

Проведено лабораторні випробування щодо оптимальних концентрацій органо-мінерального добрива Viteri 8-4-5 та визначення їх впливу на ростові процеси рослин сільськогосподарських культур на ранніх етапах онтогенезу. Доведено, що препарат Viteri 8-4-5 стимулює ріст і розвиток проростків зернових, зернобобових та круп'яних культур. Визначено оптимальну концентрацію (10^{-2}) досліджуваного органо-мінерального добрива для впливу на ростові процеси проростків сої та пшениці ярої. Застосування препарату Viteri 8-4-5 у вказаній концентрації забезпечує збільшення довжини надземної частини проростків сої сорту Кордоба та пшениці сорту Тризо порівняно з контролем (обробка водою) на 29,8, та 18,4% відповідно.

Ключові слова: органо-мінеральне добриво Viteri 8-4-5, дев'ятиденні проростки сільськогосподарських культур, ростові процеси, морфометричні показники.

В умовах збільшення органічної складової аграрного виробництва дедалі більшої актуальності набуває використання екобезпечних форм фізіологічно активних речовин та органо-мінеральних добрив. Це сприяє забезпеченню належного росту і розвитку сільськогосподарських культур, нарощенню їх продуктивності, одержанню високого врожаю та підвищенню якості сільськогосподарської продукції. Погіршення якості рослинницької продукції зумовлено саме нестачею або надлишком основних поживних речовин, а також мікро- і макроелементів, що впливають на ріст і розвиток рослин [1–5]. За даними В.В. Плотнікова,

застосування рідких органічних добрив сприяє збільшенню врожайності зернових культур на 14–18%, підвищенню їх стійкості до хвороб та покращенню якості насіння на 1–3 класи [6].

Тому створення та вивчення нових форм органо-мінеральних добрив для їх впровадження як елементів новітніх екологічно-безпечних технологій в аграрному секторі України є важливим напрямом подальшого розвитку сільського господарства. За результатами інформаційного пошуку наявних на ринку України екологічно-безпечних препаратів було вибрано нове органо-мінеральне добриво, що входить до переліку препаратів, рекомендованих ТОВ «Органік Стандарт» для застосування в

органічному землеробстві. Головною діючою речовиною комплексного органо-мінерального добрива на основі водних екстрактів тваринного походження Viteri 8-4-5 є макро- (NPK) та мікроелементи у доступній для рослини формі.

Слід зауважити, що у попередніх дослідженнях нами проведено оцінювання та порівняльний аналіз посівних якостей насіння сільськогосподарських культур залежно від концентрацій, тривалості та способів їх передпосівної обробки органо-мінеральним добривом Viteri 8-4-5. В умовах лабораторного дослідження доведено ефективність застосування препарату Viteri 8-4-5 в розведенні 10^{-2} (1%) для передпосівного замочування насіння сільськогосподарських культур стосовно посівних якостей насіння за показниками енергії проростання та схожості [7, 8]. Метою роботи було визначення впливу різних концентрацій препарату Viteri 8-4-5 на ростові процеси рослин (пшениці ярої, вівса, гречки посівної, сої та гібрида кукурудзи) на ранніх етапах онтогенезу за морфометричними показниками.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на дев'ятиденних проростках сільськогосподарських культур, вирощених в умовах водної культури.

Були застосовані інформаційно-аналітичні та математично-статистичні загальноприйняті методи [9].

Дослідження проводили на рослинах зернових, зернобобових та круп'яних культур, як от: пшениця м'яка яра сорту Тризо, овес сорту Деснянський, гречка посівна сорту Українка, соя сорту Кордоба, гібрид кукурудзи ДН Вись. Діапазон розведень органо-мінерального добрива Viteri 8-4-5 — від 10^{-1} до 10^{-8} . Як контроль використовували H_2O дистильовану. Дослід налічує шість серій випробувань (біологічне повторення — шестиразове).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За морфометричними показниками досліджено ростові процеси дев'ятиденних

проростків сої, пшениці, вівса, кукурудзи та гречки вказаних вище сортів та гібрида, вирощених в умовах водної культури за дії препарату Viteri 8-4-5 у діапазоні розведень 10^{-1} – 10^{-8} . Для досліджень було вибрано низку концентрацій препарату, а саме: 1-, 2- та 3% розчинів (розведення препарату 10^{-2} , 10^{-5} та 10^{-8} відповідно). За контроль використовували рослини, вирощені на дистильованій воді.

Довжина надземної частини проростка пшениці ярої сорту Тризо становила 10,3–12,3 см, а маса — 0,054–0,073 г (табл.).

Слід наголосити, що позитивна дія препарату спостерігалася у всіх досліджуваних варіантах. Порівняно з контролем зростала як довжина надземної частини проростків, так і маса кореня пшениці ярої сорту Тризо. Оптимальним виявився вплив препарату у розведенні 10^{-8} . За дії препарату у цій концентрації довжина надземної частини проростка становила 12,3 см, а маса кореня — 0,073 г, що відповідно на 19,4 та 35,2% більше порівняно з контролем.

Дані досліджень морфометричних показників дев'ятиденних проростків сої сорту Кордоба засвідчили позитивний вплив дії комплексного органо-мінерального добрива Viteri 8-4-5 у всіх варіантах дослідження (табл.).

Так, довжина надземної частини проростка становила 8,4–10,9 см. Найменшою — 8,4 см вона була у контрольному варіанті, а найбільшою — у варіантах із розведенням препарату у концентрації 10^{-2} — 10,9 см, що на 29,8% перевищує контроль.

Маса надземної частини проростка сої сорту Кордоба становила 0,71–0,83; на контролі — 0,78 г, а за розведення препарату у концентрації 10^{-8} була найменшою — 0,71 г. Найбільше зросла маса надземної частини проростка у варіанті із розведенням препарату у концентрації 10^{-2} — 0,83 г, що на 6,4% перевищувало контроль.

Морфометричні показники дев'ятиденних проростків вівса сорту Деснянський засвідчили, що довжина надземної частини проростка становила 11,44–15,73 см (табл.).

Морфометричні показники дев'ятиденних проростків сільськогосподарських культур за дії комплексного органіно-мінерального добрива Viteri 8-4-5 (усереднені дані)

№ пор.	Варіант	Надземна частина проростка			
		довжина, см	% до контролю	маса, г	% до контролю
<i>Пшениця яра сорту Тризо</i>					
1	Контроль (H ₂ O)	10,3	–	0,054	–
2	Viteri 10 ⁻²	12,2	118,4	0,064	118,5
3	Viteri 10 ⁻⁵	11,1	107,8	0,059	109,3
4	Viteri 10 ⁻⁸	12,3	119,4	0,073	135,2
HIP ₀₅		0,93	–	0,007	–
<i>Соя сорту Кордоба</i>					
1	Контроль (H ₂ O)	8,4	–	0,78	–
2	Viteri 10 ⁻²	10,9	129,8	0,83	106,4
3	Viteri 10 ⁻⁵	10,0	119,0	0,73	93,4
4	Viteri 10 ⁻⁸	9,4	111,9	0,71	91,0
HIP ₀₅		0,80	–	0,08	–
<i>Овес сорту Деснянський</i>					
1	Контроль (H ₂ O)	13,63	–	0,066	–
2	Viteri 10 ⁻¹	15,73	115,40	0,080	121,2
3	Viteri 10 ⁻²	13,78	101,10	0,068	103,0
4	Viteri 10 ⁻³	12,76	93,62	0,092	139,4
5	Viteri 10 ⁻⁴	11,44	83,90	0,062	93,9
6	Viteri 10 ⁻⁵	13,33	97,79	0,068	103,0
HIP ₀₅		0,87	–	0,008	–
<i>Гібрид кукурудзи ДН Вись</i>					
1	Контроль (H ₂ O)	13,78	–	0,38	–
2	Viteri 10 ⁻¹	13,76	99,9	0,34	89,5
3	Viteri 10 ⁻²	12,39	89,9	0,30	79,0
4	Viteri 10 ⁻³	12,02	87,2	0,31	81,6
5	Viteri 10 ⁻⁴	13,07	94,8	0,27	71,1
6	Viteri 10 ⁻⁵	12,42	90,1	0,33	87,1
HIP ₀₅		0,7	–	0,04	–
<i>Гречка посівна сорту Українка</i>					
1	Контроль (H ₂ O)	6,8	–	0,086	–
2	Viteri 10 ⁻¹	5,31	77,9	0,066	76,7
3	Viteri 10 ⁻²	5,40	79,4	0,063	73,3
4	Viteri 10 ⁻³	5,17	76,0	0,064	74,4
5	Viteri 10 ⁻⁴	6,38	93,8	0,075	87,2
6	Viteri 10 ⁻⁵	6,10	89,7	0,079	91,9
HIP ₀₅		0,27	–	0,007	–

У контрольному варіанті цей показник становив 13,63 см. Найменша довжина проростка надземної частини вівса сорту Деснянський була зафіксована у варіанті із розведенням препарату у концентрації 10^{-4} — 11,44 см, що на 2,19 см менше порівняно з контролем. У варіантах із розведенням препарату у концентраціях 10^{-2} , 10^{-3} та 10^{-5} показник довжини надземної частини проростка варіював у межах своїх значень на контролі — 13,78, 12,76 та 13,33 см відповідно.

Найбільша довжина надземної частини проростка вівса сорту Деснянський була у варіанті із розведенням препарату у концентрації 10^{-1} — 15,73 см, що на 15,4% перевищувало контроль.

Маса надземної частини проростка вівса сорту Деснянський варіювала у межах 0,062–0,092 г. Так, на контролі цей показник становив 0,066 г, а у варіантах із розведенням препарату у концентраціях 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} та 10^{-5} — 0,080, 0,068, 0,092, 0,062 та 0,068 г відповідно. Отже, найменша маса надземної частини проростка вівса сорту Деснянський була зафіксована у варіанті із розведенням препарату у концентрації 10^{-4} , а найбільша при 10^{-3} , що на 39,4% перевищувало значення контрольного варіанта.

Слід зауважити, що позитивний вплив препарату як на довжину, так і на масу надземної частини проростка вівса сорту Деснянський було відзначено у варіанті із розведенням препарату у концентрації 10^{-1} . Так, за дії препарату у цьому розведенні довжина надземної частини проростка становила 15,73 см, а маса — 0,080 г, що перевищувало контроль на 15,4 та 21,2% відповідно.

Дослідженнями морфометричних показників дев'ятиденних проростків гібрида кукурудзи ДН Вись установлено, що комплексне органічно-мінерального добриво Viteri 8-4-5 не мало позитивного впливу як на збільшення показника довжини, так і маси надземної частини проростка у жодному із варіантів досліджень (табл.).

Як довжина, так і маса надземної частини проростка була найвищою на контролі —

13,78 см і 0,38 г відповідно. У варіантах із розведенням препарату у концентраціях 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} та 10^{-5} довжина надземної частини проростка гібрида кукурудзи ДН Вись становила — 13,76, 12,39, 12,02, 13,07 та 12,42 см, а маса — 0,34, 0,30, 0,31, 0,27 та 0,33 г відповідно.

Морфометричні показники дев'ятиденних проростків гречки посівної сорту Українка за дії комплексного органічно-мінерального добрива Viteri 8-4-5 не збільшувалися у жодному із варіантів досліджень (табл.).

Як довжина, так і маса надземної частини проростка була найвищою на контролі — 6,8 см і 0,086 г відповідно.

У варіантах із розведенням препарату у концентраціях 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} та 10^{-5} довжина надземної частини проростка гречки посівної сорту Українка становила 5,31, 5,40, 5,17, 6,38 та 6,10 см, а маса — 0,066, 0,063, 0,064, 0,075 та 0,079 г відповідно.

Отримані результати досліджень в умовах лабораторного дослідження засвідчують ефективність впливу препарату Viteri 8-4-5 у розведенні 10^{-2} (1%) на ростові процеси рослин сільськогосподарських культур на ранніх етапах онтогенезу, зокрема на дев'ятиденних проростках пшениці сорту Тризо, вівса сорту Деснянський та сої сорту Кордоба.

ВИСНОВКИ

Доведено що органічно-мінеральне добриво Viteri 8-4-5 стимулює ріст і розвиток рослин пшениці ярої, вівса, гречки посівної, сої та гібрида кукурудзи на ранніх етапах онтогенезу. Застосування препарату Viteri 8-4-5 у розведенні 10^{-2} забезпечує збільшення довжини надземної частини проростків сої сорту Кордоба та пшениці сорту Тризо на 29,8, та 18,4% відповідно порівняно з контролем.

Застосування препарату Viteri 8-4-5 як для передпосівної обробки насіння, так і для обробки посівів сільськогосподарських культур упродовж вегетації можна використовувати для оптимізації технологій їх вирощування, зокрема і в органічному землеробстві.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зінченко О.І. Рослинництво: підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; за ред. О.І. Зінченка. — К.: Аграрна освіта, 2003. — 591 с.
2. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: навч. посіб. / В.В. Лихочвор. — Львів: НВФ «Українські технології», 2002. — 800 с.
3. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроєкології: навч. посіб. / М.Я. Бомба, Г.Т. Періг, С.М. Рижук та ін. — К.: Урожай, 2003. — 400 с.
4. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин / М.Г. Василенко, А.П. Стадник, П.М. Душко та ін. // Агроєкологічний журнал. — 2018. — № 1. — С. 96–101.
5. Мельничук С.Д. Комплексне забезпечення життєдіяльності людини мікроелементами — проблеми та шляхи їх розв'язання / С.Д. Мельничук, Л.І. Моклячук, М.В. Драга // Агроєкологічний журнал. — 2012. — № 2. — С. 24–27.
6. Плотников В.В. Застосування нового рідкого добрива вітазім на озимій пшениці / В.В. Плотников, О.В. Корнійчук, О.О. Чернелівська // Агроном. — 2011. — № 2. — С. 26–29.
7. Посівні якості сільськогосподарських культур за дії органіко-мінерального добрива VITERI 8-4-5 / М.В. Драга, О.О. Кічігіна, Ю.О. Зацарінна, Ю.А. Цибро // Агроєкологічний журнал. — 2017. — № 4. — С. 76–82.
8. Вплив комплексного добрива VITERI 8-4-5 на посівну якість насіння та рослини сільськогосподарських культур на ранніх етапах онтогенезу / М.В. Драга, О.О. Кічігіна, Ю.А. Цибро та ін. // Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 6–7 липня 2017 р.). — К.: ДІА, 2017. — С. 46–48.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / А.Б. Доспехов. — М.: Колос, 1985. — 352 с.

REFERENCES

1. Zinchenko, O.I., Salatenko, V.N. & Bilonozhko, M.A. (2003). *Roslynnytstvo: pidruchnyk [Crop production: textbook]*. Kyiv: Ahrarna osvita [in Ukrainian].
2. Likhochvor, V.V. (2002). *Roslynnytstvo. Tekhnolohiyi vyroshchuwannya silskohospodarskykh kultur: navchalnyi posibnyk [Plant growing. Technology of*

- growing crops: teaching manual]*. Lviv: NVF «Ukrayins'ki tekhnolohiyi» [in Ukrainian].
3. Bomba, M.Ya., Perih, H.T. & Ryzhuk, S.M. (2003). *Zemlerobstvo z osnovamy ґruntoznnavstva, ahrokhimiyi ta ahroekolohiyi: navchalnyi posibnyk [Agriculture with the basics of soil science, agrochemistry and agroecology: teaching manual]*. Kyiv: Urozhay [in Ukrainian].
4. Vasylenko, M.H., Stadnyk, A.P. & Dushko, P.M. (2018). Urozhaynist i yakist nasynnya silskohospodarskykh kultur za diyi rehulyatoriv rostu roslin [Productivity and quality of seeds of crops under the influence of plant growth regulators]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 1, 96–101 [in Ukrainian].
5. Melnychuk, S.D, Moklyachuk, L.I & Draga, M.V. (2012). Kompleksne zabezpechennya zhyttyediyalnosti lyudyny mikroelementamy — problemy ta shlyakhy yikh rozvyazannya [Complex maintenance of human life by microelements — problems and ways of their solution]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 24–27 [in Ukrainian].
6. Plotnikov, V.V. (2011). Zastosuvannya novoho rikdkoho dobryva vitazym na ozymiy pshenytsi [Application of new liquid vitamins fertilizer on winter wheat]. *Ahronom — Agronomist*, 2, 26–29 [in Ukrainian].
7. Draga, M.V., Kichigina, O.O., Zatsarinna, Yu.O. & Tsibro, Yu.A. (2017). Posivni yakosti silskohospodarskykh kultur za diyi orhano-mineralnoho dobryva Viteri 8-4-5 [Seed quality of agricultural crops for the action of organo-mineral fertilizers Viteri 8-4-5]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 4, 76–82 [in Ukrainian].
8. Draga, M.V., Kichigina, O.O., & Tsibro, Yu.A. (2017). Vplyv kompleksnoho dobryva Vitery 8-4-5 na posivnu yakist nasynnya ta roslyny silskohospodarskykh kultur na rannikh etapakh ontogenezu [Influence of complex fertilizer Vitery 8-4-5 on the seed quality of seeds and plant crops in the early stages of ontogenesis]. *Proceedings from Ecological safety and sustainable use of natural resources in agricultural production '17: Mizhnarodna naukovopraktychna konferentsiya (6–7 lypnya 2017 roku) — The International Scientific and Practical Conference*. (pp. 46–48). Kyiv: DIA [in Ukrainian].
9. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]*. Moskva: Kolos [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу
30.04.2019

БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

УДК 582.572.8:502

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174021>

СТРУКТУРА ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЦЕНТРИЧНОЇ СПОЛУЧЕНОСТІ ЕКОМЕРЕЖІ СХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

В.І. Шавріна, Є.Д. Ткач

Інститут агроекології і природокористування НААН

Проведено аналіз ефективності функціонування досліджуваних територій екомережі за α -, β -, γ -індексами сполученості екологічних коридорів. Отримані значення α -індексу для екологічних коридорів: 0,09 (Південнобузький), 0,19 (Дністровський), 0,18 (Лядівський) та 0,33 (Немійський) свідчать про наявну, але не оптимальну кількість альтернативних шляхів міграції і поширення видів з біоцентрів. Обчислено β -індекс сполученості для оцінки ступеня розвиненості мережі біокоридорів і встановлено ступінь розвитку та насиченості мережі біокоридорами екомережі. Для досліджуваних екологічних коридорів за β -індексом встановлено наявність декількох циклів ($\beta > 1$). Обчислено γ -індекс сполученості територій екомережі. Цей показник відображає ступінь альтернативності вибору шляхів міграції з одного біоцентру до інших. Отримані значення за γ -індексом для екологічних коридорів: 0,4 (Південнобузький), 0,5 (Дністровський), 0,54 (Лядівський) характеризують слабкий тип їх сполученості, а також помірний — 1,5 (Немійський). На основі теорії графів визначено рівень сполученості екологічних коридорів.

Ключові слова: екомережа, сполучні території, природно-заповідний фонд, біоцентри.

Провідну роль у збереженні біорізноманіття відіграють спеціальні природоохоронні території, які формують природно-заповідний фонд (ПЗФ) України [1]. За даними інформаційного ресурсу Держгеокадастру співвідношення площі ПЗФ і площі країни (показник заповідності) становить 6,15%. Одним із головних принципів формування мережі об'єктів ПЗФ є репрезентативність, що передбачає необхідність повноти відображення природи в різних проявах: історичному, географічному, структурному та системному, що нині перебуває не в кращому стані. Ці принципи покладено і в основу формування екомережі. Вихідні концептуальні основи формування екомереж було сформульовано та розглянуто в працях Р. Мак-Артура та Е. Вілсона, Дж. Даймонда і Р. Мея, а також Р. Формена [2–4]. Обґрунтування створення екологічних мереж різного рівня наразі є актуальною проблемою, оскільки

обумовлюється комплексною природоохоронною технологією. Так, особливу вагу мають регіональні екомережі, які доповнюють відповідну структуру національного та міжнародного рівня. Огляд наукового досвіду з моделювання екомереж засвідчує наявність низки завдань у царині такого моделювання, що потребує нових досліджень.

Розглядаючи досвід створення екомереж регіонального рівня в Україні, слід наголосити, що розробки їхнього формування здійснювалися на рівні адміністративних областей. Зокрема, проблемами створення екомережі Вінницької обл. у різні роки займалися провідні вчені, зокрема Ю.В. Яцентюк (2014), Г.І. Денисик (1996–2007), Я.П. Дідух (2000–2004), А.В. Гудзевич (2002–2007), В.А. Соломаха (2005), О.В. Мудрак (2012) та ін. [4]. За історичний період відбулось скорочення лісистості Вінницької обл. з 70 до 14,3%, площа боліт зменшилась до 1,2%. Саме біотичні міграції в умовах антропогенно трансформованих

ділянок вважаються основним та цілком реальним дієвим природним чинником збереження біологічного та ландшафтного різноманіття. Межі між основними класами антропогенних ландшафтів, що мають якісні відмінності, часто формуються у вигляді перехідних смуг. На місці лучних степів, лісів і боліт нині сформувався антропогенні ландшафти, які становлять близько 80% території області. Особливо значного впливу з огляду на фрагментацію ландшафтів зазнали орні землі. Показник розораності земель у Вінницькій обл. варіює у межах 54–77,7%, а в середньому становить 66,2% [4, 5]. Частина забудованих земель — це 4% території області, ліси і лісовкриті площі — 14,3, водні об'єкти — 1,9, відкриті заболочені землі — 1,1, багаторічні насадження — 1,9% [4].

Показники заповідності у розрізі адміністративних регіонів значно відрізняються, і найнижчими (близько 5%) вони є у Вінницькій обл. Територія області за історичний час зазнавала значного антропогенного навантаження. Найвищі рівні такого впливу спостерігалися впродовж кількох останніх століть [3]. Формування шляхів міграції різних рівнів є процесом перетворення різких порогових меж в особливу приграничну систему, що відрізняється від територій, які вона розділяє будовою та функціонуванням. Як відомо, екокоридор виконує контактну та бар'єрну функції (або й обидві одночасно), коли одна з них може значною мірою домінувати [2].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для оцінювання структури екомережі та ефективності її функціонування застосовували метод теорії графів [6]. Індекси доступності біоцентрично-мережевої структури ландшафтів екомережі Вінницької обл. обраховували за математичними показниками згідно з методиками М.Д. Гродзинського, Ю.Р. Шеляга-Сосонка [7, 8]. Метричні і типологічні показники функціонування екомережі застосовано для Вінницької обл. за методикою Ю.Р. Шеляга-Сосонка [3]. На основі цих показників визначали

відповідність екомережі рівню оптимальної структури. Основним параметром ефективності екомережі є показник сполученості її графа, що визначає, наскільки розвиненою є екомережа через зв'язок її біоцентрів (вершин графа) за допомогою екокоридорів (ребер графа). Біоцентрично-мережеву структуру ландшафту для підтримки біорізноманіття можна оцінити за α -, β -, γ -індексами сполученості екологічних коридорів [8–10], що обчислюється за формулами (1–3).

Так, α -індекс відображає наявність і насиченість мережі біокоридорів циклами та є співвідношенням кількості циклів, які існують у системі екологічних коридорів, і їхньої максимально можливої кількості:

$$\alpha = \frac{(K - B + 1)}{2a(2B - 5)}; \quad (1)$$

β -індекс оцінює розвиненість мережі екологічних коридорів:

$$\beta = \frac{K}{B}; \quad (2)$$

γ -індекс характеризує ступінь альтернативності вибору шляхів міграції між ядрами:

$$\gamma = \frac{K}{3(B - 2)}, \quad (3)$$

де K — число екологічних коридорів; B — кількість екологічних ядер.

Чим вищими є ці показники, тим вищою є альтернативність шляхів міграції між ними, а отже і потужнішою їх екологічна стійкість. Оптимальне значення для α -індексу є число 1 (мінімальне — $\alpha = 0$), β -індексу — 3 ($\beta = 1$), γ -індексу — 1 (мінімальне — $\gamma = 0$).

Для метричних розрахунків використовували показники площі ключових територій, площі екокоридору, кількості біоцентрів.

За показником сполученості графа екомережі аналізували ефективність досліджуваних територій як екологічних коридорів у локальній екологічній мережі. Камеральне опрацювання результатів здійснювали за допомогою комп'ютерної програми MS Excel, Statistica 7.0; графічну обробку за допомогою програми Inkscape.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Була проведена оцінка ефективності Південнобузького, Дністровського, Немійського, Лядівського екокоридорів і ключових територій, які вони об'єднують. Для цього побудовано плоский граф, у якому вершини умовно розглядаються як ключові території, а ребра — як екокоридори між ними. Отримані за таких умов значення індексів було візуалізовано та просторово диференційовано шляхом створення для кожного із них інтерпольованих ліній.

Ключові території (об'єкти ПЗФ) більшою або меншою мірою відповідають принципам просторової цілісності, єдності, компліментарності, відповідності, ієрархічності, максимальності, надійності тощо [11]. Ступінь сполученості ключової території визначали як кількість суміжних з нею екокоридорів. Проектування мережі функціональних та стійких в умовах сучасного трансформованого ландшафту екологічних коридорів фактично потребує проектування його біоцентрично-мережевої структури, а також визначення їх функціональної придатності. На основі отриманих результатів прове-

дено розрахунки загальної ефективності екокоридорів (рис., табл. 1).

Було проведено аналіз ефективності функціонування досліджуваних сполуч-

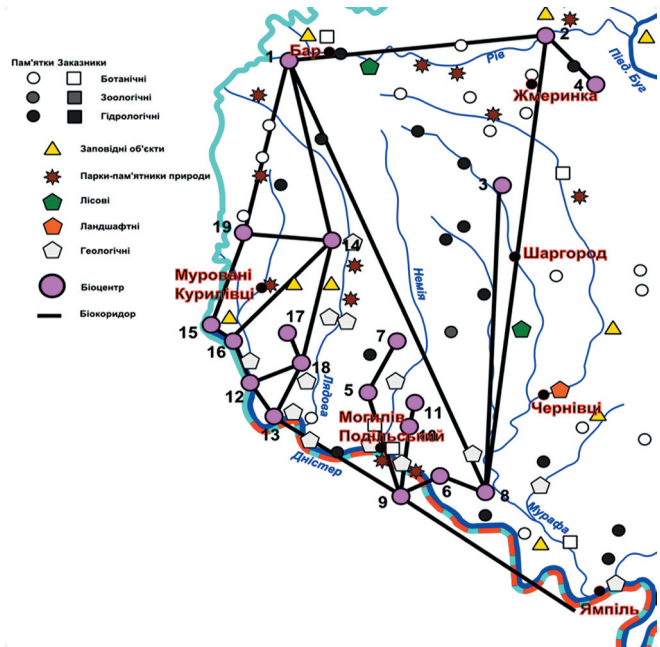


Схема біоцентрично-мережевої ландшафтно-територіальної структури досліджуваних територій: гідрологічні заказники місцевого значення: 1 — «Барський», 19 — «Переладине»; ландшафтні заказники загальнодержавного значення: 2 — «Володимирська дубина»; 5 — «Грбарківський»; заказники місцевого значення: 3 — «Мовчани», 4 — «Лебединий»; ботанічні заказники загальнодержавного значення: 6 — «Бронницький», 7 — «Вендичанська дубина»; регіональні ландшафтні парки: 8 — «Мурафа», 9 — «Дністер»; ботанічні заказники місцевого значення: 10 — «Григорівська гора», 11 — «Звиняча долина», 12 — «Бернашівський», 13 — «Нагорянський», 14 — «Значок», 15 — «Надністрянський»; ландшафтні заказники місцевого значення: 16 — «Дністер», 17 — «Краєцький», 18 — «Яришівська гора»

Таблиця 1

Показники ефективності функціонування досліджуваних екологічних коридорів екомережі Вінницької обл.

Екологічні коридори	Індекси сполученості			
	α	β	γ	ϵ
Південнобузький	0,09	1,16	0,4	1,2
Дністровський	0,19	1,38	0,49	1,4
Лядівський	0,18	1,29	0,54	1,3
Немійський	0,33	1,28	1,5	1,5

них територій екомережі області за α -, β -, γ -індексами сполученості екологічних коридорів.

Загалом, ключові території мають порівняно невисокі показники, що передусім зумовлено фрагментацією природного рослинного покриття.

Показники сполученості графа підтвердили нашу думку, що мережа сполучних екокоридорів об'єктів ПЗФ є недостатньо розвиненою. Чим вищим є значення α -індексу, тим більше існує альтернативних шляхів міграції особин із біоцентрів і тим ефективніше мережа виконує біотично-міграційну функцію. Оптимальним вважається значення $\alpha = 1$.

Значення регіонального α -індексу сполученості для графа досліджуваних екокоридорів, що становить: для Південнобузького — 0,09, Дністровського — 0,19, Лядівського — 0,18, Немійського — 0,33, свідчить про недостатню кількість альтернативних шляхів міграції особин з одного біоцентру до іншого.

Обрахунок β -індексу сполученості застосовується для потреб оцінки ступеня розвиненості мережі біокоридорів певної екомережі і відображає їх ступінь розвитку і складність. Цей індекс оцінюється так: якщо $\beta < 1$ — це означає, що граф біоцентрично-мережевої структури ландшафтів не має жодного циклу та є графом-деревом; якщо $\beta = 1$ — граф має лише один цикл; якщо $\beta > 1$ — граф має кілька циклів. Оптимальним вважається значення $\beta = 3$, за якого всі наявні у складі біоцентри об'єднуються мережею біокоридорів у цикли. Серед досліджуваних коридорів β -індекс становить: для Південнобузького — 1,16, Дністровського — 1,38, Лядівського — 1,29 та Немійського — 1,28.

Так, γ -індекс сполученості відображає ступінь альтернативності вибору шляхів міграції з одного біоцентру до інших і характеризує співвідношення кількості існуючих біокоридорів та їхнього максимального значення у складі екомережі. Чим вищим є значення γ -індексу, тим розгалуженішою є мережа біокоридорів і тим коротшими є шляхи міграції між двома

біоцентрами. Якщо $\gamma = 0$, це означає, що біоцентри не сполучаються між собою або біокоридорів взагалі немає; якщо $\gamma = 1$ — це свідчить, що кожен біоцентр безпосередньо з'єднується з рештою одним біокоридором. Визначений γ -індекс сполученості графа досліджуваних території становить для екокоридорів: Південнобузького — 0,4, Дністровського — 0,49, Лядівського — 0,54, Немійського — 1,5. Це свідчить, що біокоридори сполучають між собою менше половини всієї кількості біоцентрів регіону.

ВИСНОВКИ

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

За результатами графоаналітичної сполученості екологічних коридорів встановлено, що досліджувані сполучні території екомережі Східного Поділля характеризуються низьким показником цодільності ($\alpha < 1$), а також можливістю подальшого розвитку екокоридорів ($\beta > 1$). Натомість низький ступінь альтернативності вибору шляхів міграції ($\gamma < 1$) є наслідком високого рівня господарського освоєння території. Визначено, що проектування функціональної та стійкої мережі екологічних коридорів в умовах сучасного ландшафту потребує глибокого аналізу його біоцентрично-мережевої структури, а також визначення функціональної придатності екокоридорів.

Проведеними дослідженнями встановлено, що у Вінницькій обл. є потенціал для розвитку та функціонування сполучних територій як складових елементів екомережі. Це, своєю чергою, забезпечить шляхи поширення видів вищих судинних рослин між біоцентрами та сприятиме збереженню біорізноманіття.

ЛІТЕРАТУРА

1. Екомережа України та її природні ядра / Ю.Р. Шеляг-Сосонко, В.С. Ткаченко, Т.Л. Андриєнко, Я.І. Мовчан // Укр. ботан. журн. — 2005. — Т. 62, № 2. — С. 142–158.
2. Збереження і невиснажливе використання біорізноманіття України: стан та перспективи / Ю.Р. Шеляг-Сосонко, Д.В. Дубина, Л.П. Вакаренко та ін. — К., 2003. — 248 с.
3. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Концепція, методи і критерії створення екосети України / Ю.Р. Шеляг-Сосонко, М.Д. Гродзинський, В.Д. Романенко. — К., 2004. — 144 с.
4. Мудрак О.В. Збалансований розвиток екомережі Поділля: стан, проблеми, перспективи / О.В. Мудрак. — Вінниця: «СПД Главацька Р.В.», 2012. — 914 с.
5. Фітобіотичне різноманіття природних фітоценозів агроландшафтів України: монографія / Є.Д. Ткач, О.В. Шерстобоева, В.І. Шаврина та ін. — К., 2015. — 231 с.
6. Харари Ф. Теорія графів / Ф. Харари. — М., 2003. — 296 с.
7. Проблеми збереження та відновлення біорізноманіття в Україні / М.Д. Гродзинський, Ю.Р. Шеляг-Сосонко, Т.М. Черевченко та ін. — К., 2001. — 104 с.
8. Самойленко В.М. Концептуальна схема математично-картографічного моделювання екомережі / В.М. Самойленко, Н.П. Корогода // Фізична географія та геоморфологія. — 2005. — № 47. — С. 145–154.
9. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Методологія дослідження видової та ценотичної різноманітності екомережі України / Ю.Р. Шеляг-Сосонко, Д.В. Дубина, В.М. Мінарченко // Укр. ботан. журн. — 2005. — Вип. 60, № 4. — С. 374–380.
10. Домаранський А.О. Ландшафтне різноманіття: сутність, значення, метризація, збереження / А.О. Домаранський. — Кіровоград, 2006. — 146 с.
11. Shavrina V. Rare plants of ecological network in connecting areas of Vinnytsia region / V. Shavrina, E. Tkach // Агроекологічний журнал. — 2017. — № 1. — С. 115–120.
2. Sheliakh-Sosonko, Yu.R., Dubyna, D.V., Vakarenko, L.P. et al. (2003). *Zberezhennia i nevysnazhlyve vykorystannia bioriznomanittia Ukrainy: stan ta perspektyvy* [Preservation and non-exhaustive use of biodiversity in Ukraine: state and prospects]. Kyiv [in Ukrainian].
3. Sheliakh-Sosonko, Yu.R., Hrodzynskiy, M.D., Romanenko, V.D. (2004). *Kontseptsyia, metody i kriterii stvornannia ekosety Ukrainy* [Concept, methods and criteria for creating an ecoset of Ukraine]. Kyiv [in Ukrainian].
4. Mudrak, O.V. (2012). *Zbalansovanyi rozvytok ekomerezhi Podillia: stan, problemy, perspektyvy* [The balanced development of Podillya ecological network: status, problems, prospects]. Vinnytsia: «SPD Hlavatska R.V.» [in Ukrainian].
5. Tkach, E.D., Sherstoboieva, O.V. (2015). *Fitobiotychno riznomanittia pryrodnykh fitotsenoziv ahrolandshaftiv Ukrainy* [Phytobiotic diversity of natural phytocoenoses of Ukraine's agricultural landscapes]. Kyiv [in Ukrainian].
6. Harari, F. (2003). *Teoriya grafiv* [Theory of graphs]. Moskva [in Russian].
7. Hrodzynskiy, Yu.R., Sheliakh-Sosonko, T.M., Cherevchenko et al. (2001). *Problemy zberezhennia ta vidnovlennia bioriznomanittia v Ukraini* [Problems of conservation and restoration of biodiversity in Ukraine]. Kyiv [in Ukrainian].
8. Samoilenko, V.M., Koroga, N.P. (2005). *Kontseptualna skhema matematychno-kartografichnoho modeliuvannia ekomerezhi* [Conceptual scheme of mathematical and cartographic simulation of ecological networks]. *Fyzichna heohrafiia ta heomorfolohiia — Physical geography and geomorphology*, 47, 145–154 [in Ukrainian].
9. Sheliakh-Sosonko, Yu.R., Dubyna, D.V., Minarchenko, V.M. (2005). *Metodolohiia doslidzhennia vydovoi ta tsenotychnoi riznomanitnosti ekomerezhi Ukrainy* [Methodology of study of species and coenotic diversity of the econet of Ukraine]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal — Ukrainian Botanical Journal*, 60 (4), 374–380 [in Ukrainian].
10. Domaranskyi, A.O. (2006). *Landshaftne riznomanittia: sutnist, znachennia, metryzatsiia, zberezhennia* [Landscape diversity: essence, meaning, metrization, conservation]. Kirovograd [in Ukrainian].
11. Shavrina, V., Tkach, E. (2017). Rare plants of ecological network in connecting areas of Vinnytsia region. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 1, 115–120 [in English].

REFERENCES

Стаття надійшла до редакції журналу
30.04.2019

ВПЛИВ ВІРУСІВ РОДИНИ *POTYVIRIDAE* НА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН І АКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ БОБОВИХ

А.М. Кириченко¹, К.В. Гринчук², І.О. Антіпов²

¹ Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

² Національний університет біоресурсів і природокористування України

Досліджено вплив вірусної інфекції на функціональний стан і активність фотосинтетичного апарату рослин, а також на метаболізм фотосинтетичних пігментів у динаміці розвитку вірусної інфекції. У рослинах бобів під дією вірусу звичайної мозаїки квасолі кількість хлорофілу, що не бере участі у фотосинтетичному перенесенні енергії на реакційні центри, зростає у 1,4–2, а зниження квантової ефективності ФС II — у 2–3 рази порівняно з контролем. У динаміці розвитку вірусної інфекції в інфікованих вірусом жовтої мозаїки квасолі рослинах спостерігається істотне зниження вмісту хлорофілу Chl a, b і каротиноїдів — на 64, 53 та 36% відповідно. Значення ключових параметрів індикації флуоресценції хлорофілу свідчать про істотне інгібування фотофізичних і фотохімічних процесів фотосинтезу та порушення злагодженості реакцій циклу Кальвіна. Метод флуоресценції хлорофілу може бути використаний для швидкого скринінгу процесів фотосинтезу і надасть змогу оцінити фізіологічний стан рослин за вірусного ураження.

Ключові слова: хлорофіл, каротиноїди, флуоресценція хлорофілу, вірус жовтої мозаїки квасолі, вірус звичайної мозаїки квасолі.

Найпоширенішими симптомами вірусного ураження, що свідчать про деструктивний вплив вірусної інфекції на фотосинтетичний апарат інфікованої рослини, є мозаїка та хлороз листків. Зміни функціональної активності фотосинтетичного апарату позначаються безпосередньо на ефективності фотосинтетичних процесів і, відповідно, на продуктивності культурних рослин. Порушення стану фотосинтетичних мембран під впливом зовнішніх чинників супроводжується відповідною зміною оптичних властивостей хлорофілу (Chl) а фотосистеми II (ФС II). Оскільки флуоресценція хлорофілу є протилежним фотосинтетичній асиміляції вуглецю процесом, дослідження змін вмісту фотосинтетичних пігментів та відповідних параметрів флуоресценції хлорофілу можуть бути використані під час аналізу стану і активності фотосинтетичного апарату за дії вірусної інфекції.

Вивчення впливу вірусної інфекції на фотосинтетичний апарат ураженої росли-

ни розпочалось ще на початку минулого століття. Модифікації фотосинтезу дослідниками вважались загальною і консервативною стратегією вірусного патогенезу, а порушення компонентів та функцій хлоропластів — чинником виникнення хлорозів [1]. Дослідженню процесів функціонування хлоропластів приділяється дедалі більше уваги, а кількість наукових робіт щодо взаємодії різних чинників хлоропластів з вірусними компонентами щорічно зростає. Висвітлено, що ці чинники беруть участь у реплікації вірусів, їх транспортуванні, виникненні симптомів та функціонуванні захисних реакцій [2]. Результати нещодавніх досліджень, проведених з використанням протеомних і транскриптомних підходів, свідчать про патологічний вплив вірусної інфекції, насамперед на експресію генів, що обумовлено дією хлоропластів або процесом фотосинтезу (chloroplast-, photosynthesis-related genes, CPRGs) [3]. Віруси викликають структурні та функціональні пошкодження хлоропластів шляхом селективного пригнічення експресії генів [4], знижують рівень експресії білків

хлоропластів, порушуючи ефективність фотосинтезу [5], спричиняють набрякання хлоропластів, накопичення крохмалу і пластоглобуліну, а також дезінтеграцію гран тилакоїдів [4, 6]. Природним результатом таких взаємозалежностей між вірусами і живителями є пошкодження ультраструктури та/або функції хлоропластів. Загалом, результати останніх наукових досліджень свідчать про існування унікального взаємозв'язку між хлоропластами та вірусами, що утворився у процесі їх коеволуції.

Незважаючи на доволі ґрунтовні знання щодо впливу вірусної інфекції на рослинний організм, загальні механізми, що призводять до змін метаболізму і розвитку симптомів хвороби, залишаються маловивченими. Метою роботи було дослідження впливу вірусів родини *Potyviridae*, зокрема, вірусу звичайної мозаїки квасолі (ВЗМК) та вірусу жовтої мозаїки квасолі (ВЖМК) на функціональний стан і активність фотосинтетичного апарату, а також на вміст фотосинтетичних пігментів у динаміці розвитку вірусної інфекції.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Були вивчені критичні параметри індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ), які відображають вплив вірусної інфекції на функціональні ланки ФС II, а також зміни вмісту *Chl a*, *Chl b* та каротиноїдів у листках рослин сої за вірусного ураження. Дослідження патологічного впливу вірусної інфекції на фотосинтетичний апарат і метаболізм фотосинтетичних пігментів проводили на рослинах *Vicia faba* L. та *Glicine max* Merr. Рослини були вирощені у весняно-літній період в умовах вегетаційного будиночка. Інфікування рослин здійснювали вірусомісним екстрактом механічно за допомогою скляного шпателя. Для приготування інюкулюму інфіковане листя з системно інфікованих рослин подрібнювали в 0,01 М-фосфатному буфері (1:10, г / мл), рН = 7,2; екстракт втирали у попередньо опудрені карборундом листки. Контрольні рослини були оброблені у такий самий спосіб буфером.

Ідентифікацію вірусів здійснювали методом полімеразної ланцюгової реакції зі зворотною транскрипцією (ЗТ-ПЛР). Сумарну РНК виділяли з використанням спеціального комерційного набору «РИБО-Сорб» (AmpliSens, Росія). Реакцію зворотної транскрипції визначали за допомогою комерційного набору «Реверта-L-100» (AmpliSens, Росія) згідно з протоколом виробника. У роботі використовували праймери, які дають змогу ідентифікувати фрагмент нуклеотидної послідовності, що кодує ген білка оболонки ВЗМК з нуклеотидними послідовностями, як-от: прямий праймер 5'-tgtggtacaatgctgtgaagg-3' та зворотний 5'-gccttcatctgtgetactgct-3'; розмір продукту ампліфікації становив 391 п. н. [7]. Для діагностики ВЖМК використовували праймери ВУМV1f, ВУМV2g [8]. Синтез праймерів на наше замовлення виконано ТОВ «Біолабтех ЛТД» (Київ, Україна). Як контроль під час здійснення ідентифікації вірусу використовували інфіковані (позитивний контрольний зразок, «К+») та здорові (негативний контрольний зразок, «К-») рослини сої та бобів.

Дослідження змін функціонального стану і активності фотосинтетичного апарату здорових і уражених вірусами рослин проводили біофізичним методом ІФХ, фіксуючи дані портативним приладом вітчизняного виробництва «Флоратест» [9]. Після штучного інфікування вірусами проводили серію 4-хвилинних вимірювань ІФХ на листках різних ярусів. Повторність вимірювань у кожному варіанті — трикратна. Темнову адаптацію листків перед вимірюваннями (не менше 20 хв) створювали штучно, притіняючи листки цупким папером.

Отриманий масив цифрових даних обчислювали у кожному варіанті, результати наводили у графічному вигляді (криві Каутського). На графіках позначали відповідні індукційні точки та критичні параметри ІФХ, що відображають вплив досліджуваних чинників на функціональні ланки ФС II. Наведено проаналізовані критичні параметри досліджуваного: фонові флуоресценція (F_0); максимальна квантова ефективність

PS II, яку розраховували як F_v/F_m ; кількість QB-невідновлювальних комплексів, що не беруть участі у лінійному транспорті електронів (коефіцієнт K_{pl}); коефіцієнт K_i , що корелює із інтенсивністю рибулозо-1,5-біфосфат карбоксилази/оксигенази (Рубіско) або ланкою темної фіксації вуглецю.

Для визначення вмісту пігментів у листках інфікованих та здорових рослин сої використовували спектрофотометричний метод [10]. Проби відбирали у літню денну пору доби, коли відбувалась найбільша активність фотосинтетичного апарату. Пігменти екстрагували 90% етанолу. Оптичну густину витяжок встановлювали за допомогою спектрофотометра СФ-101 3-хвильовим методом, визначаючи оптичну густину (E) витяжки за довжини хвилі 665, 649 і 440 нм, що відповідає максимумам поглинання Chl *a*, Chl *b* та каротиноїдів відповідно. Концентрацію (C) Chl *a* і *b* розраховували за рівняннями (Wintermans та De Motts, 1965) для етанолу [11]:

$$C_a = 13,70 \cdot E_{665} - 5,76 \cdot E_{649}, \text{ (мг/л)}, \quad (1)$$

$$C_b = 25,80 \cdot E_{649} - 7,60 \cdot E_{665}, \text{ (мг/л)}. \quad (2)$$

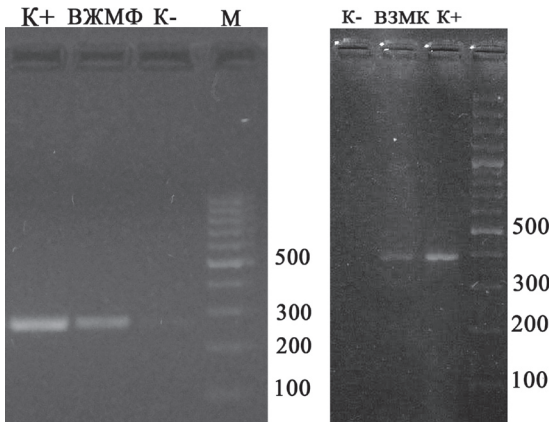


Рис. 1. Електрофореграми продуктів ПЛР-аналізу визначення ВЗМК і ВЖМК в екстрактах інфікованих рослин через 7 днів після інюкуляції вірусом: М — маркер молекулярної маси (O'GeneRuler™ DNA Ladder, #SM1203), К— — негативний та К+ — позитивний контроль

Концентрацію каротиноїдів у сумарній витяжці пігментів обчислювали за рівнянням (Wettstein 1957) [12]:

$$C_k = 4,7 \cdot E_{440} - 0,27 \cdot C_{(a+b)}, \text{ (мг/л)}, \quad (3)$$

де E_{665} , E_{649} та E_{440} — оптична густина витяжки за довжини хвилі 665, 649 та 440 нм відповідно; C — концентрація пігментів у витяжці, мг/л.

Визначивши концентрацію пігменту у витяжці, розраховували його вміст у досліджуваній тканині за формулою:

$$F = (V \cdot C) / P, \quad (4)$$

де F — уміст пігменту в рослинному матеріалі, (мг/г сирі речовини); V — об'єм витяжки, л; C — концентрація пігменту, мг/л; P — наважка рослинного матеріалу, г.

Статистичну обробку даних проводили з використанням пакетів Microsoft Excell і Statistica.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Оскільки дослідження проводили в динаміці вірусної інфекції через 1–21 день після штучної інюкуляції рослин, наявність вірусної РНК в уражених рослинах виявляли методом ПЛР ще до появи вірусспецифічних симптомів (рис. 1).

Під час дослідження впливу вірусної інфекції на фотосинтетичний апарат бобових було встановлено, що показники індукційних змін флуоресценції хлорофілу, які відображають процеси перетворення енергії на початкових етапах фотосинтезу, відрізняються у здорових та уражених рослин (рис. 2). За вірусної інфекції часова залежність інтенсивності флуоресценції хлорофілу мала характерний вигляд кривої з кількома максимумами, що графічно відображає ефект Каутського. Форма кривих Каутського демонструє, що в листках нижнього ярусу фонова флуоресценція під дією вірусної інфекції зроста порівняно з контролем. Це свідчить про збільшення кількості хлорофілу, що не бере участі у фотосинтетичному перенесенні енергії на реакційні центри в ушкоджених листках.

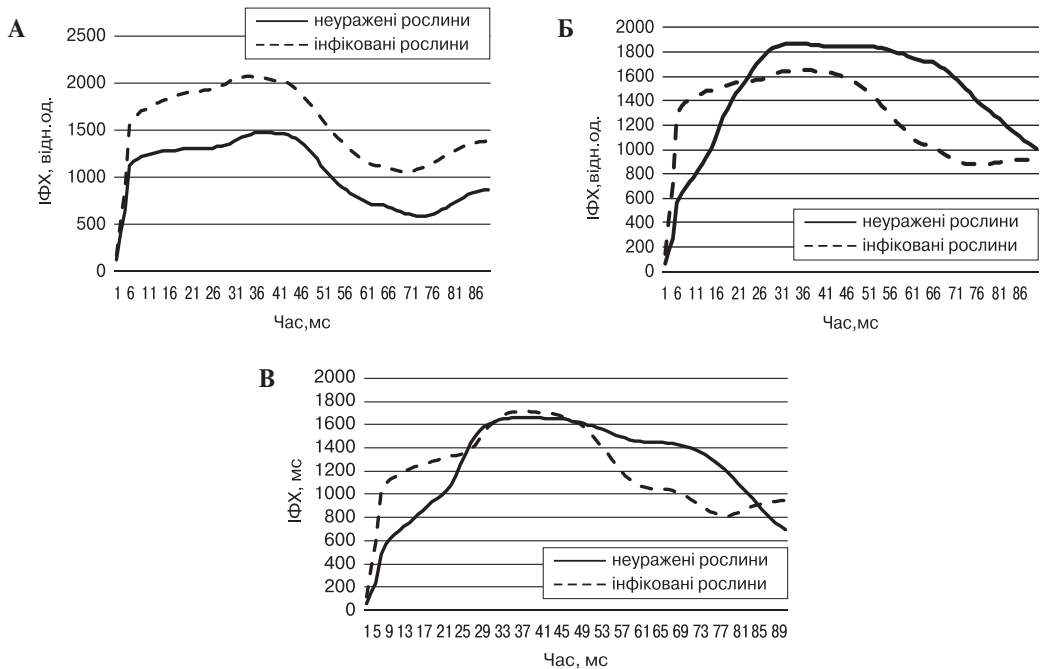


Рис. 2. Криві індукції флуоресценції хлорофілу листків неуражених та інфікованих ВЗМК рослин бобів (криві Каутського): А — листки нижнього та Б — середнього ярусу, В — листки верхівки

Графіки індукції флуоресценції хлорофілу в листках верхнього ярусу здорових та уражених рослин майже не відрізняються, що пояснюється незначним патологічним впливом вірусу на PS II у молодих листках (молоде листя за фізіологічним станом ще «здорове»).

За параметрами флуоресценції можна охарактеризувати стан рослини. Так, за активного фотосинтезу, коли всі реакційні центри (РЦ) перебувають у відкритому робочому процесі, використовується майже вся поглинута енергія сонячного світла, і тільки невелика її кількість (близько 3%) переходить в енергію світла у вигляді фонові флуоресценції (F_0). Як правило, величина F_0 за нормальних умов має невисокі значення, що обумовлено активним використанням клітинами енергії поглинутого світла [13]. За вірусної інфекції чи інших несприятливих умов порушується стан фотосинтетичних мембран, і реакційні центри стають неактивними, призупиняючи потік

електронів. Водночас поглинута енергія світла вже не може використовуватися в процесі фотосинтезу, і тому флуоресценція хлорофілу зростає.

Підвищення величини F_0 у листках бобів, інфікованих ВЗМК, свідчить про зростання функціонально неактивного хлорофілу (рис. 3-а). Так, під дією вірусної інфекції фоновий рівень флуоресценції F_0 зріс порівняно з контролем на 37% у листках нижнього- та майже вдвічі — у листках середнього ярусу і верхівки.

Найвищим інтегрованим показником, що характеризує ефективну структуру організації пігментної системи ФС II, є коефіцієнт F_v/F_p . Параметр F_p характеризує найвищий рівень флуоресценції хлорофілу, що реєструється як максимум на індукційній кривій. У цій точці фотосинтез відповідає мінімальному рівню, а його значення залежить від динамічного зрівноваження між процесами флуоресценції, фотохімії та теплової дисипації. Для оцінювання

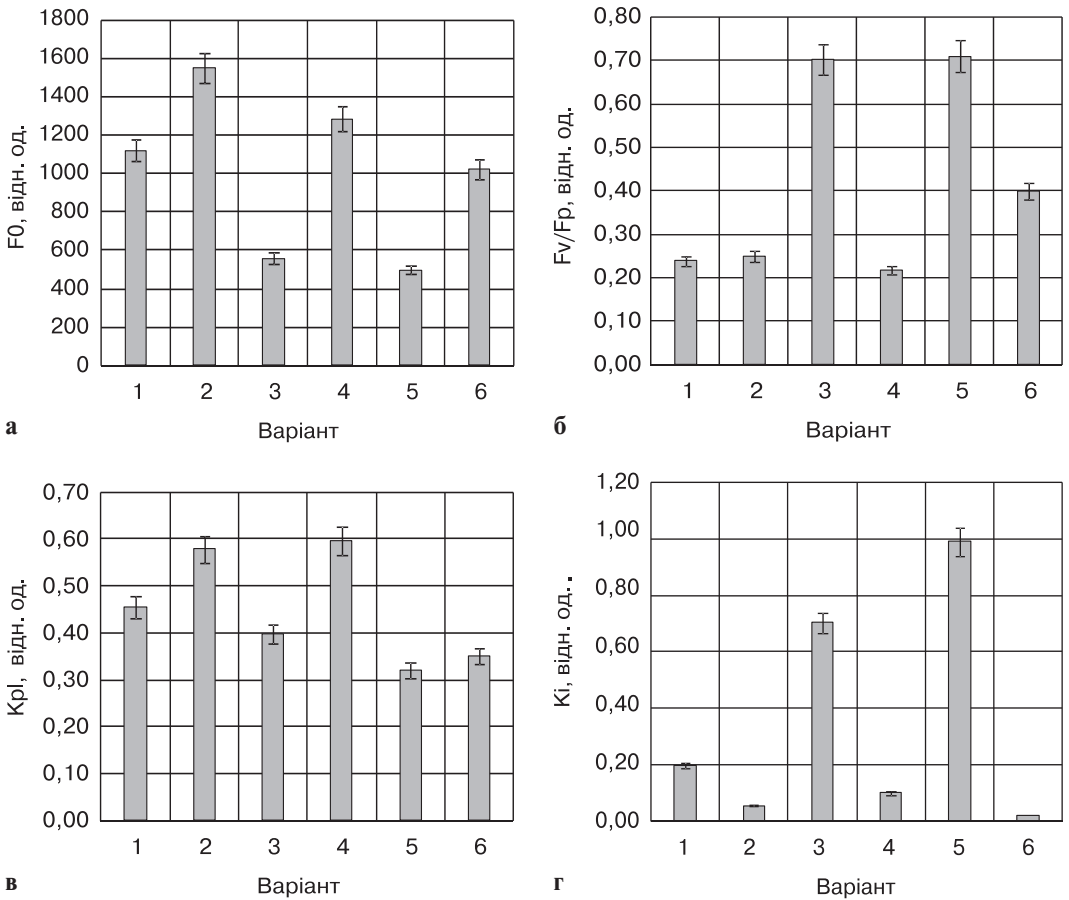


Рис. 3. Критичні параметри ІФХ листків бобів за вірусного зараження (F_0 , K_{pl} , F_v/F_p , K_t): 1, 3, 5 — контроль (інтактні рослини); 2, 4, 6 — вірус-інфіковані рослини; 1, 2 — листки нижнього та 3, 4 — середнього ярусу, 5, 6 — листки верхівки

індукції флуоресценції хлорофілоносних тканин використовують розрахунковий параметр — змінну флуоресценції хлорофілу (F_v), що виражається як різниця показника найвищого рівня флуоресценції і фонові флуоресценції ($F_p - F_0$), інформуючи про величину амплітуди змін кривої Каутського. Максимальну ефективність первинних процесів фотосинтезу, що обумовлено фізіологічним станом рослини, характеризує параметр F_v/F_p . Ефективність фотосинтезу, як і вказаний параметр, залежить від інтенсивності впливу абіотичних чинників.

Отримані дані демонструють зниження квантової ефективності ФС II (пригнічен-

ня фотосинтетичної активності) в листках середнього ярусу та верхівки, що свідчить про деструктивний вплив вірусної інфекції на фотосинтетичний апарат бобових (рис. 3-б).

Слід зауважити, що серед усіх досліджуваних параметрів ІФХ найвиразніше характеризує вплив вірусної інфекції, а саме її патологічну дію на функціональний стан рослин — коефіцієнт плато (K_{pl}):

$$K_{pl} = (F_{pl} - F_0) / (F_p - F_0) = dF_{pl} / F_v \quad (6)$$

де $dF_{pl} = F_{pl} - F_0$ — амплітуда плато флуоресценції; F_{pl} — тимчасове сповільнення

Вплив вірусної інфекції на вміст фотосинтетичних пігментів у рослинах сої *Glicine max* Merr

Показник	Уміст пігментів											
	4 дні			8 днів			14 днів			21 день		
	К*	Д**	Д/К	К	Д	Д/К	К	Д	Д/К	К	Д	Д/К
Хлорофіл <i>a</i>	1,86	1,78	0,96	1,81	0,75	0,42	1,79	0,68	0,38	1,83	0,67	0,36
Хлорофіл <i>b</i>	0,71	0,7	0,99	0,69	0,38	0,55	0,67	0,34	0,51	0,66	0,31	0,47
Каротиноїди	0,55	0,59	1,07	0,53	0,48	0,9	0,30	0,19	0,63	0,31	0,20	0,64
Chl <i>a</i> / Chl <i>b</i>	2,62	2,54		2,62	1,97		2,67	2,0		2,77	2,16	

Примітка: * К – неуражені та **Д – інфіковані ВЖМК рослини.

флуоресценції; $F_v = F_p - F_0$ – варіабельна флуоресценція.

Так, на листках бобів усіх ярусів за вірусного ураження спостерігалось зростання показника K_{pb} , що свідчить про стрес і скорочення пулу акцепторів електронів у електрон-транспортному ланцюзі, тобто зростання частки QB-невідновлювальних комплексів ФС II (рис. 3-в).

Дослідження впливу вірусної інфекції на ефективність головного ферменту циклу Кальвіна рибулозо-1,5-біфосфат карбоксилази / оксигенази (РБФК/О ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase, Rubisco), що тісно корелює із коефіцієнтом індукції флуоресценції, який характеризує ефективність перебігу темнових фотосинтетичних процесів, продемонструвало істотне зниження його активності в листках усіх ярусів заражених рослин (рис. 3-г):

$$K_j = (F_p - F_t) / F_p. \quad (7)$$

Одержані дані свідчать про істотне інгібування фотофізичних і фотохімічних процесів фотосинтезу.

Для характеристики пігментних систем визначали уміст хлорофілу та каротиноїдів у листках рослин бобів. За результатами спектрофотометричних досліджень було встановлено, що в інфікованих вірусами зразках через 1–4 дні після інокуляції вміст як хлорофілу *a*, так і хлорофілу *b* майже не змінився (табл.). У динаміці розвитку вірусної інфекції через 8, 14 та 21 день після інокуляції сумарний уміст хлорофілу порівняно із здоровими рослинами знижувався – в 2,21, 2,41 та 2,54 раза від-

повідно. Зменшення вмісту фотосинтетичних пігментів у інфікованих листках може бути зумовлено збільшенням активності хлорофілази або пригніченням синтезу хлорофілу.

Показники співвідношення Chl *a* / Chl *b* дослідниками використовуються для оцінки ступеня впливу вірусної інфекції на рослину. Так, зниження показників Chl *a* / Chl *b* за вірусної інфекції може свідчити про спрямованість метаболічних процесів у бік запасання асимілятів, деградації ламел та зростання показників ФС II / ФС I, що призводить до підсилення синтезу АТФ, а також про руйнування реакційних центрів фотосистеми II унаслідок пролонгованого порушення транспорту електронів у процесі фотосинтезу [14]. За результатами наших вимірювань, на ранніх етапах інфекції співвідношення хлорофілу *a* і *b* в інфікованих ВЖМК рослинах майже не відрізнялось від контролю, однак спостерігалось істотне зниження цього параметра на пізніших етапах інфекційного процесу. Різде зниження вмісту каротиноїдів через 14 діб після інокуляції свідчить про значні порушення антиоксидантних систем інфікованих рослин, що спричиняє дисбаланс транспорту електронів до O_2 та надмірний синтез видів реактивного кисню.

ВИСНОВКИ

Віруси родини *Potyviriidae* спричиняють зниження активності фотосинтетичного апарату інфікованих рослин незалежно від просторового розташування листків. Так, у рослинах бобів під дією ВЖМК кількість

хлорофілу, що не бере участі у фотосинтетичному переносі енергії на реакційні центри, зростає у 1,4–2, а зниження квантової ефективності ФС II (пригнічення фотосинтетичної активності) – у 2–3 рази порівняно з контролем. За вірусного ураження на листках усіх ярусів спостерігалось істотне зниження активності ферменту Rubisco та підвищення коефіцієнта плато, що своєю чергою свідчить про інгібування фотофізичних і фотохімічних процесів фотосинтезу та скорочення пулу акцепторів електронів у електрон-транспортному ланцюзі. Такі патологічні зміни зумовлено зниженням вмісту активного хлорофілу (складової пігмент-білкових комплексів ФС II) та його деструкцією. Величини ключових параметрів ІФХ свідчать про істотне інгібування процесів фотосинтезу та порушення злагодженості реакцій циклу Кальвіна. Наслідком пошкодження фотосинтетичного апарату рослин є зниження вмісту пігментів фотосинтезу, оскільки ці метаболічні перетворення визначаються локальними змінами в структурі і функціях хлоропластів. Так, сумарний уміст хлорофілу в інфікованих ВЖМК рослинах сої через 8, 14 та 21 день після інокуляції знижувався в 2,21, 2,41 та 2,54 рази порівняно з неуразеними рослинами відповідно. Біофізичний метод індукції флуоресценції хлорофілу може використовуватись для ранньої діагностики вірусного патогенезу.

Автори висловлюють глибоку подяку кандидату біологічних наук, старшому науковому співробітнику відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного Ганні Борисівні Гуляєвій за допомогу у проведенні біофізичних вимірювань індукції флуоресценції хлорофілу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Light quantity and photosystem function mediate host susceptibility to Turnip mosaic virus via a salicylic acid-independent mechanism / A. Manfre, M. Glenn, A. Nucez et al. // *Mol. Plant Microbe Interact.* – 2011. – No. 24(3). – P. 315–327.
2. Chloroplast in Plant-Virus Interaction / J. Zhao, X. Zhang, Y. Hong, Y. Liu // *Front Microbiol.* – 2016. – doi:10.3389/fmicb.2016.01565.

3. Why mosaic? Gene expression profiling of African cassava mosaic virus-infected cassava reveals the effect of chlorophyll degradation on symptom development. / J. Liu, J. Yang, H. Bi, P. Zhang // *Integr. Plant Biol.* – 2014. – 56. – P. 122–132.
4. A geminivirus betasatellite damages the structural and functional integrity of chloroplasts leading to symptom formation and inhibition of photosynthesis / D. Bhattacharyya, G. Prabu, K. K. Reddy et al. // *J. Exp. Bot.* – 2015. – Vol. 66. – P. 5881–5895.
5. Depletion of the photosystem II core complex in mature tobacco leaves infected by the flavum strain of Tobacco mosaic virus / K. Lehto, M. Tikkanen, J. Hirriart et al. // *Mol. Plant-Microbe Interact.* – 2003. – Vol. 16. – P. 1135–1144.
6. The evidence of Tobacco rattle virus impact on host plant organelles ultrastructure / K. Otulak, M. Chouda, J. Bujarski, G. Garbaczewska // *Micron.* – 2015. – Vol. 70. – P. 7–20.
7. Антипов І.О. Розробка ПЛР-систем для ідентифікації вірусу звичайної мозаїки квасолі (Bean Common Mosaic Virus) / І.О. Антипов, К.В. Гринчук, О.Т. Дупляк // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2016. – Вип. 234. – С. 40–46. – (Серія: Біологія, біотехнологія, екологія). – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnuai_biol_2016_234_7
8. Антипов І.О. ПЛР діагностика та ідентифікація вірусу жовтої мозаїки квасолі (*Bean yellow mosaic virus*) / І.О. Антипов, К.В. Гринчук, О.П. Сидоренко // Біологічні дослідження – 2014: Збірник наукових праць V Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів. – К., 2014. – С. 22–23.
9. Груша В.М. Інформаційні технології для дослідження індукції флуоресценції хлорофілу / В.М. Груша // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2014. – № 13. – С. 109–116.
10. Починок Х.Н. Методи біохімічного аналізу рослин / Х.Н. Починок. – К.: Наукова думка, 1976. – 336 с.
11. Wintermans F.G.M. Chlorophyll determination. A suitable method for Chlamydomonas / F.G.M. Wintermans, A. De Mots // *Biochim. biophys. acta.* 1965. – Vol. 109. – P. 448–453.
12. Wettstein D. Formula of chlorophyll determination / D. Wettstein // *Exp. Cell Res.* – 1957. – Vol. 12 (3). – P. 427–489.
13. Рубин А.Б. Биофизические методы в экологическом мониторинге / А.Б. Рубин // *Соросовский образовательный журнал.* – 2000. – Т. 6, № 4. – С. 7–13.
14. Tinoco-Ojanguren C. A comparison of light quality and quantity effects on the growth and steady-state and dynamic photosynthetic characteristics of three tropical tree species / C. Tinoco-Ojanguren, Y.R.W. Percy // *Functional Ecology.* – 1995. – No. 9. – P. 222–230.

REFERENCES

1. Manfre, A., Glenn, M., Nucez, A., Moreau, R.A., Dardick, C. (2011). Light quantity and photosys-

- tem function mediate host susceptibility to Turnip mosaic virus via a salicylic acid-independent mechanism. *Mol Plant Microbe Interact*, 24(3), 315–327 [in English].
- Zhao, J., Zhang, X., Hong, Y., Liu, Y. (2016). Chloroplast in Plant-Virus Interaction. *Front Microbiol*, 7. doi:10.3389/fmicb.2016.01565 [in English].
 - Liu, J., Yang, J., Bi, H., Zhang, P. (2014). Why mosaic? Gene expression profiling of African cassava mosaic virus-infected cassava reveals the effect of chlorophyll degradation on symptom development. *J. Integr. Plant Biol*, 56, 122–132 [in English].
 - Bhattacharyya, D., Prabu, G., Reddy, K. K., Kushwaha, N. K., Sharma, V. K., Yusuf, M. A., Chakraborty, S. (2015). A geminivirus betasatellite damages the structural and functional integrity of chloroplasts leading to symptom formation and inhibition of photosynthesis. *J. Exp. Bot*, 66, 5881–5895 [in English].
 - Lehto, K., Tikkanen, M., Hiriart, J. B., Paakkanen, V., Aro, E.M. (2003). Depletion of the photosystem II core complex in mature tobacco leaves infected by the flavum strain of Tobacco mosaic virus. *Mol. Plant-Microbe Interact*, 16, 1135–1144 [in English].
 - Otulak, K., Choudaa, M., Bujarski, J., Garbaczewska, G. (2015). The evidence of Tobacco rattle virus impact on host plant organelles ultrastructure. *Micron*, 70, 7–20 [in English].
 - Antipov, I., Hrynychuk, K., Duplyak, O. (2016). Rozrobka PLR-system dlya identyfikatsiyi virusu zvychnoyi mozayiky kvasoli [Development PCR systems for identification of mosaic virus ordinary beans (Bean common mosaic virus)]. *Naukovyy visnyk NUBIP Ukrainy — Scientific herald of NULES of Ukraine*, 234, 40–46 [in Ukrainian].
 - Antipov, I., Hrynychuk, K., Sidorenko, O.P. (2014). PLR diahnozyka ta identyfikatsiya virusu zhovtoi mozaiky kvasoli (Bean yellow mosaic virus) [PCR diagnosis and identification of the Bean yellow mosaic virus] '14: V Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiya molodykh uchenykh i studentiv — 5th All-Ukrainian scientific conference of young scientists and students (pp. 22–23). Kyiv [in Ukrainian].
 - Hrusha, V.M. (2014). Informatsiini tekhnologii dlia doslidzhennia induktsii fluorestsentsiyi khlorofilu [Information technologies for research of chlorophyll fluorescence induction]. *Komp'uterni zasoby, merezhi ta systemy — Computer tools, networks and systems*, 13, 109–116 [in Ukrainian].
 - Pochynok, Kh.N. (1976). *Metody byokhymycheskoho analiza rasteniyi* [Methods of biochemical analysis of plants]. Kyiv: Nauk. dumka [in Ukrainian].
 - Wintermans, F.G.M., De Mots, A. (1965). Chlorophyll determination. A suitable method for *Chlamydomonas*. *Biochim. biophys. acta*, 109, 448–453 [in English].
 - Wettstein, D. (1957). Formula of chlorophyll determination. *Exp. Cell Res*, 12 (3), 427–489 [in English].
 - Rubyn, A.B. (2000). Byofyzycheskye metody v ekolohycheskom monitorynhe [Biophysical methods of ecological monitoring]. *Sorosovskiy obrazovatel'nyi zhurnal — International Soros Science Education Program*, 4, 7–13 [in Russian].
 - Tinoco-Ojanguren, C., Pearcy, Y. R.W. (1995). A comparison of light quality and quantity effects on the growth and steady-state and dynamic photosynthetic characteristics of three tropical tree species. *Functional Ecology*, 9, 222–230 [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу
30.04.2019

ЗНИЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЕНТОМОКОМПЛЕКСІВ У АГРОЛАНДШАФТАХ УКРАЇНИ

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

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Визначено стан популяцій основних комах-фітофагів у агроландшафтах України. Проведено оцінку ентомофауни агроценозів за допомогою фауністичних досліджень індикаторних груп видів, які домінували в посівах та насаджених сільськогосподарських культур у першій половині ХХ ст. Обраховано «індекс живої планети» (ІЖП) — індикатор глобального біорізноманіття Всесвітнього фонду дикої природи. Встановлено, що близько 50% видів комах агроландшафтів, які раніше мали статус домінантних і константних, унаслідок дії несприятливих екологічних чинників стали малочисельними, що є тривожним сигналом їх фактичного зникнення. Про це засвідчує і аналіз динаміки ІЖП. Так, усереднена чисельність популяцій комах комплексу домінантних видів фітофагів пшениці озимої за останні 10 років зменшувалась із швидкістю близько 3% на рік, що свідчить про процеси збіднення ентомологічного різноманіття агроландшафтів України. Результати наших досліджень добре узгоджуються з літературними відомостями щодо глобального збіднення популяцій комах.

Ключові слова: біорізноманіття, ентомофауна, агроландшафти, збіднення чисельності.

На думку екологів, нині планета переживає епоху шостого найбільшого масового вимирання біоти, починаючи з пізнього пермського і крейдяного періодів [1]. Так, за даними Всесвітнього фонду дикої природи (WWF) глобальний «індекс живої планети» (ІЖП) упродовж 1970–2010 рр. знизився на 52%, тобто середня чисельність популяцій хребетних видів за 40 років зменшилась вдвічі [2]. Особливе занепокоєння викликає збіднення популяцій комах, оскільки останні становлять близько двох третин усіх видів біоти на планеті та мають важливе значення для підтримання стабільності екосистем [3]. Так, за даними К. Халмана в умовах заповідних територій Європи впродовж 27 років біомаса комах зменшилась на 76% [4], зокрема у вологих джунглях Пуерто-Ріко: у 36 разів (з 473 до 13 мг на 1 паству за добу) впродовж 1976–2012 рр. і майже в 60 разів (з 470 до 8 мг) впродовж 1977–2013 рр. [3]. В Україні дослідження стану ентомофауни є неповними, що обумовлює актуальність нашої роботи.

На сьогодні близько третини всіх видів комах перебувають на межі вимирання.

Щорічні втрати біомаси комах становлять 2,5%, і це спостерігається навіть в середовищі існування з низьким рівнем антропогенного порушення [3]. Щоб підкреслити швидкість шостого масового вимирання видів, було введено термін «біологічна анігіляція» [5].

Глобальне збіднення біорізноманіття безпосередньо залежить від стану екосистем планети, які забезпечують людство екосистемними послугами — продовольством, прісною водою, чистим повітрям, енергією, лікарською сировиною, можливостями для відпочинку тощо. Здійснена у 2011 р. економічна оцінка глобальних екосистемних послуг засвідчила, що відповідний ефект становить від 125 до 145 трлн доларів США на рік. Тобто втрати біорізноманіття лише впродовж 1997–2011 рр. у глобальних масштабах зумовили економічних збитків на суму 4,3–20,2 трлн доларів США [6].

Мета роботи — визначити стан популяцій основних комах-фітофагів у агроландшафтах України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Оцінку стану популяцій ентомофауни агроценозів здійснювали за допомогою

фауністичних досліджень індикаторних груп видів, які домінували в посівах та насадженнях сільськогосподарських культур Лісостепу України у першій половині ХХ ст. (вони були добре вивчені, систематизовані та описані в науковій літературі радянського періоду) та за допомогою розрахунку ІЖП.

За ретельних аналітичних досліджень наукової літератури нами було складено списки константних та домінантних видів-фітофагів основних сільськогосподарських культур Лісостепу України. Систематизацію видів здійснювали за життєвими формами — історично сформованим комплексом біологічних, фізіологічних і морфологічних властивостей організму, що обумовлює певну реакцію на вплив середовища [7]. Згідно з існуючою класифікацією за життєвими формами комах поділяють на: геофілів — це геобіонти і герпетобіонти (заселяють ґрунт і його поверхню) та фітофілів — це хортобіонти і дендробіонти (заселяють трав'янистий покрив, деревні та чагарникові насадження).

Для різних життєвих форм ми використали рекомендовані методи обліку чисельності, які за фауністичних досліджень надали змогу отримати репрезентативні вибірки. Порівняння наявного видового різноманіття з літературними відомостями дає можливість встановити стан популяцій ентомофауни.

Для оцінки обраховували також ІЖП — індикатор глобального біорізноманіття WWF, що широко практикується в дослідженнях із визначення стану біорізноманіття [2]. Для його обрахунку використовували багаторічну базу даних чисельності популяцій шкідливого ентомокомплексу пшениці озимої лісостепової зони, багаторічний моніторинг якого проводять фахівці управління фітосанітарної безпеки Держпродспоживслужби України.

Згідно з методикою [2], ІЖП розраховується у відсотках від оціночної величини популяції на момент започаткування моніторингу. Фактично, для кожної популяції показник нормується до «стартової чисельності»; основне значення ІЖП визна-

чається як середнє з індексів усіх видів, включених до розрахунку за кожен часовий інтервал.

Отримані дані обробляли за стандартними програмами статистичних досліджень.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Фауна комах України у ХХ ст. налічувала 25–35 тис. видів. Такий діапазон оцінок показника свідчить, що, незважаючи на потужну ентомологічну школу, повної систематизації видового різноманіття комах України досі не проведено, і це ускладнює визначення стану агробіорізноманіття. У процесі фауністичних досліджень ми згрупували відому ентомофауну агроландшафтів за основними життєвими формами. За одержаними результатами аналітичних досліджень літературних джерел ХХ ст. нами було укладено списки домінантних та константних видів комах агроландшафтів Лісостепу України. Багаторічні фауністичні дослідження різних агроєкосистем агроландшафтів надали змогу встановити наявність або відсутність тих чи інших видів у ентомологічних зборах та порівняти наявне видове різноманіття з літературними відомостями (рис. 1).

Реєстр домінантних та константних видів комах-геобіонтів засвідчив, що їх ентомологічне різноманіття налічувало 107 видів, 6 рядів і 13 родин. Найявнішими за видами були родини *Curculionidae*, *Carabidae* і *Scarabaeidae* — 32, 27, 18 відповідно. Родини *Termitidae*, *Gryllotalpidae*, *Alleculidae* і *Tipulidae* налічували один вид кожна.

За результатами багаторічних фауністичних обстежень було відловлено і систематизовано 59 видів комах-геобіонтів, які відносяться до 11 родин і 4 рядів. За чисельністю видів родини розподілилися так: *Carabidae* — 17, *Curculionidae* — 15, *Elateridae* — 6, *Tenebrionidae* — 5. Родини *Staphylinidae* і *Scarabaeidae* налічували 3 види кожна, а родини *Silphidae*, *Alleculidae*, *Gryllotalpidae*, *Forficulidae*, *Tipulidae* — тільки один вид комах відповідно.

Дослідження засвідчили істотне збіднення видового різноманіття геобіонтів.

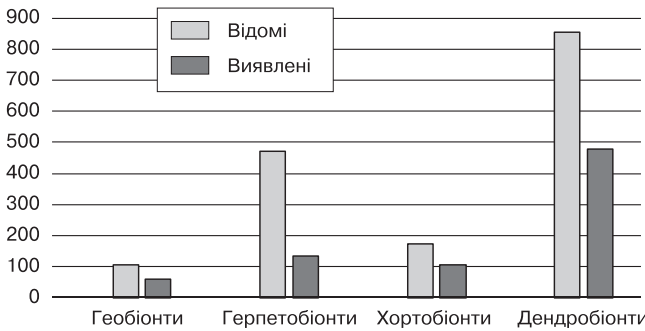


Рис. 1. Стан видового ентомологічного різноманіття за життєвими формами

Так, родина *Carabidae* налічує 17 порівняно з відомими 27 видами (менше в 1,5 раза); *Scarabaeidae* – 8 з 18 (у 2,2); *Elateridae* – 6 з 11 (майже вдвічі); *Tenebrionidae* – 5 з 7 (в 1,4); *Curculionidae* – 15 з 32 (в 2,1); родини *Silphidae* та *Forficulidae* – 1 порівняно з відомими 2-ма видами кожна (у 2 рази).

Аналітичні дослідження надали змогу встановити, що наприкінці ХХ ст. комплекс комах-герпетобіонтів налічував 470 домінуючих та константних видів.

Різноманіття комах налічувало п'ять рядів, до яких входило 30 родин. Найбільшу кількість родин мали ряди: *Coleoptera* – 17 та *Hemiptera* – 7; найбільшу кількість видів налічували родини: *Curculionidae* – 231, *Carabidae* – 126, *Staphylinidae* – 18, *Elateridae* і *Chrysomelidae* – 15 кожна. Ці родини становили 85,9% усіх видів ентомофауни герпетобіонтів.

За результатами фауністичних досліджень встановлено, що сучасний ентомокомплекс герпетобіонтів налічує 134 види, які належать до 30 родин із чотирьох рядів. Загалом, домінують представники ряду *Coleoptera* (64,05%), *Hemiptera* (34,91), *Orthoptera* (14,58) і *Hymenoptera* (7,64%).

Створений нами реєстр комах-хортобіонтів агроландшафтів складається з семи рядів, до яких входять 42 родини, що налічують 173 види комах. За кількістю родин переважав ряд *Homoptera* (11); найменш рясним за родинами був ряд *Thysanoptera* (2). Слід відзначити також насиченість родинами ряду *Lepidoptera* (10). Але за рясністю

видів домінували ряди: *Lepidoptera* – 47, *Homoptera* – 39 видів. Найменш рясним був ряд *Hymenoptera* – всього 7 видів комах із 2 родин. Ряд *Thysanoptera* налічував всього 2 родини, до яких входило 30 видів.

Фауністичні дослідження надали змогу встановити, що існуюча ентомофауна хортобіонтів налічує 7 рядів, 29 родин і 107 видів. Отже, нині ентомологічне різноманіття порівняно з відомою кількістю видів зменшилось майже на 40%. За кількістю родин останніми роками домінує ряд *Homoptera* (10), дещо меншим є *Diptera* (6).

Найменш чисельним є ряд *Lepidoptera* – 1 родина. За кількістю видів найряснішим є ряд *Homoptera* (38), найменш чисельним – *Lepidoptera* (2).

Отримані дані засвідчують зменшення рівня біорізноманіття хортобіонтів, здебільшого в ряду *Lepidoptera* – залишилося 2 види порівняно з відомими у ХХ ст. 47 видами, що може бути обумовлено особливостями біології метеликів. Відомо, що вони живляться рослинами на стадії гусениці. Ця стадія є найбільш уразливою до дії пестицидів та інших антропогенних полутантів, що зумовлено відносно низькою рухливістю гусениць. Наші дані засвідчують також істотне зменшення чисельності видів інших рядів.

За результатами аналітичних досліджень встановлено, що домінуюча та константна ентомофауна деревних та чагарникових насаджень агроландшафтів Лісостепу в середині ХХ ст. налічувала 854 види. Таксономічне різноманіття ентомофауни складалося з 13 рядів, до яких входило 136 родин. Найбільшу кількість родин мали ряди: *Lepidoptera* – 39, *Coleoptera* – 31, *Hymenoptera* – 15, *Homoptera* – 14.

Щодо видової насиченості, найчисельнішими були родини: *Ipidae* – 65, *Curculionidae* – 63, *Cerambycidae* – 51, *Tenthredinidae* – 40, *Chrysomelidae* – 39, *Vuprestidae* – 38. Їх частка становила 34,8% від усіх видів ентомологічного різноманіття.

Встановлено, що на сьогодні ентомофауна дендробіонтів налічує 480 видів, які належать до 113 родин і 12 рядів. Найбільшу кількість родин має ряд *Lepidoptera* – 32. Ряди *Coleoptera*, *Diptera*, *Hymenoptera*, *Hemiptera* є менш чисельними – 26, 17, 13, 12 родин відповідно. За кількістю видів домінує ряд *Coleoptera* – 197. Менш чисельними є ряди *Lepidoptera*, *Hemiptera*, *Diptera* – 148, 43, 35 видів відповідно. Найбільша кількість видів припадає на родини: *Curculionidae* – 46, *Geometridae* – 25, *Noctuidae* – 24; а кожна з 49 родин екологічного угруповання ентомофауни має лише 1 вид.

Результати дослідження свідчать, що в таксономічній структурі ентомокомплексу дендробіонтів останніми десятиліттями відбулися певні зміни. Так, порівняння таксономічної структури відомого та наявного ентомологічного різноманіття комах-дендробіонтів підтвердило, що кількість родин у рядах *Lepidoptera*, *Coleoptera* та *Homoptera* зменшилась – з 39 до 32, з 31 до 26, з 14 до 6 відповідно. Слід зауважити, що ряди *Diptera* та *Hemiptera* за кількістю родин залишаються стабільними.

Аналіз стану ентомофауни агроландшафтів дає підстави дійти висновку щодо зменшення кількості наявних в минулому доміантних видів. Видова яскравість життєвих форм зменшалась на 38,2% у хортобіонтів та на 43,8% у дендробіонтів. Зниження рівня біорізноманіття здебільшого відбулося серед комах-геофілів (геобіонтів та герпетобіонтів) – 67%, що віддзеркалює значні екологічні порушення педосфери. У середньому показник видового біорізноманіття агроландшафтів України, за нашими оцінками, збіднів на 51%.

Динаміка зваженого ІЖП для умов Лісостепу України після 2006 р. характеризується стабільною депресивністю – усереднена чисельність популяцій ентомокомплексу постійно зменшувалась і у 2016 р.

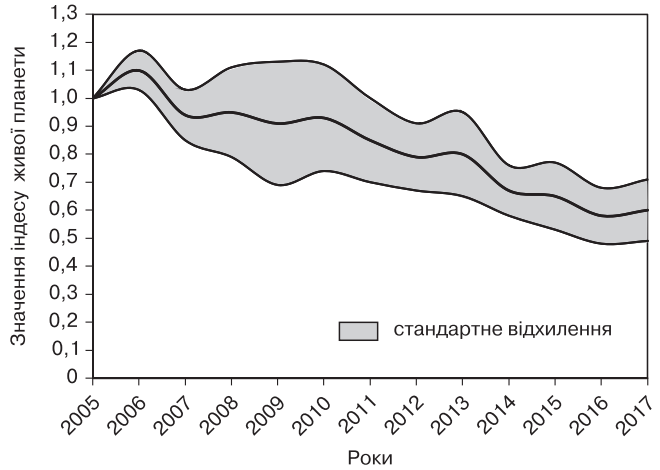


Рис. 2. Динаміка індексу біорізноманіття «Жива планета» в агроландшафтах України

становила 65% порівняно з відповідним показником 2005 р. (рис. 2). У 2017 р. спостерігалась деяка стабілізація чисельності популяцій комах.

ВИСНОВКИ

Отримані результати фауністичних досліджень не дають підстав стверджувати, що види, яких не було виявлено впродовж багаторічного моніторингу, є зниклими. Поряд із тим мусимо визнати, що близько 50% видів комах у агроландшафтах, які в минулому мали статус доміантних і константних, унаслідок дії несприятливих екологічних чинників стали малочисельними, що є першим кроком до їх фактичного зникнення. Цей висновок підтверджують результати аналізу динаміки ІЖП. Усереднена чисельність популяцій комах комплексу доміантних видів фітофагів пшениці озимої за останні 10 років зменшувалась щорічно майже на 3%, що свідчить про процеси збіднення ентомологічного різноманіття агроландшафтів України. Результати наших досліджень добре узгоджуються з літературними відомостями щодо глобального збіднення популяцій комах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? / A.D. Barnosky, N. Matzke, S. Tomiya et al. // Nature. – 2011. – Vol. 471. – P. 51–57.

2. Living Planet Report 2014: people and places, species and spaces [Електронний ресурс] / R. McLellan, L. Iyengar, B. Jeffries and N. Oerlemans (Eds.). — WWF, Gland, Switzerland 2014, 178 p. — Режим доступу: <http://www.livingplanetindex.org/publications>
3. *Sanchez-Bayo F.* Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers / F. Sanchez-Bayo, K.A.G. Wyckhuys // *Biological Conservation*. — 2019. — No. 232. — P. 8–27.
4. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas [Електронний ресурс] / C. Hallmann, M. Sorg, E. Jongejans et al. // *PLoS ONE*. — 2017. — No. 12 (10): e0185809. — Режим доступу: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
5. *Ceballos G.* Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines [Електронний ресурс] / G. Ceballos, P.R. Ehrlich, R. Dirzo // *CITE AS: Proc Natl. Acad Sci USA*. — 2017. — 114 (30): E6089-E6096. — Режим доступу: <https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114>
6. *Costanza R.K.* Changes in the global value of ecosystem services / R.K. Costanza, S.R. Farber, K. Turner // *Global Environmental Change*. — 2014. — No. 26. — P. 152–158.
7. *Чернышев В.Б.* Экология насекомых / В.Б. Чернышев. — М.: Изд-во МГУ, 1996. — 304 с.

REFERENCES

1. Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O.U., Swartz, B., Quental, T.B., Marshall, C., McGuire, J.L.,

- Lindsey, E.L., Maguire, K.C., Mersey, B., Ferrer, E.A. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471, 51–57 [in English].
2. McLellan, R., Iyengar, L., Jeffries, B. and Oerlemans, N. (Eds.). (2014). Living Planet Report: people and places, species and spaces. WWF, Gland, Switzerland. www.livingplanetindex.org. Retrieved from <http://www.livingplanetindex.org/publications> [in English].
3. Sanchez-Bayo, F., Wyckhuys, K.A.G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8–27 [in English].
4. Hallmann, C., Sorg, M., Jongejans, E. et al. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*, 12 (10): e0185809. Retrieved from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809> [in English].
5. Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Dirzo, R. (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *CITE AS: Proc Natl. Acad Sci USA*, 07 25. 114 (30): E6089-E6096. Retrieved from: <https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114> [in English].
6. Costanza, R.K., Farber, S.R., Turner, K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152–158 [in English].
7. Chernyshev, V.B. (1996). *Ekologiya nasekomych [Ecology of insects]*. Moskva: Izd-vo MGU [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу
08.04.2019

ЕКОЛОГО-ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ АНТОНІНСЬКО-ЗОЗУЛЕНЕЦЬКОЇ РАМЧАСТОЇ ПОРОДИ КОРОПА

Д.М. Постоєнко¹, С.І. Тарасюк², В.В. Коніщук¹

¹ Інститут агроєкології і природокористування НААН

² Інститут рибного господарства НААН

Наведено основні еколого-генетичні особливості вирощування у внутрішніх водоймах України перспективних популяцій Антонінсько-Зозуленецької рамчастої породи коропа. Проведено морфометричну оцінку рамчастих коропів Антонінсько-Зозуленецької породи, яка дає змогу констатувати: досліджена популяція є однорідною зі стабільними коефіцієнтами мінливості, що є важливим під час селекційної роботи і відповідає нормативним показникам української рамчастої породи коропа. За результатами фенотипових ознак плідників розподіляли на класи, виділяли елітні групи, з яких формували маточні стада для ведення селекційно-племінної роботи. Виявлено породоспецифічні особливості генетичної структури за розподілом алейних частот за генетико-біохімічними системами. Аналіз різноманіття генотипів досліджуваних популяцій за локусом трансферину у розрізі господарств дав можливість виявити специфічні генотипи та відсутність деяких із теоретично очікуваних, а саме: TF AB, BB і DD. Специфічним для рамчастих коропів були: у рибгоспі «Меджибіж» — генотипи TF AC₂ і C₁C₂, «Стара Синява» — TF C₁C₂, у рибгоспі «Антоніни» — AC₂. У особин рамчастих коропів спостерігається оптимальний рівень генетичної гетерогенності (55–70%). У особин коропів рибгоспів «Стара Синява» та «Антоніни» — оптимальний рівень генетичної гетерогенності (55–65%) порівняно з рибгоспом «Меджибіж», де цей показник був найвищим (71%). Встановлено статистично достовірний надлишок гетерозигот за деякими локусами. Найвищий рівень гетерозиготності у досліджуваних групах коропа зафіксовано за локусами TF (96,4%) у рибгоспі «Меджибіж». Проведені дослідження дають підстави стверджувати про генетичну унікальність популяції Антонінсько-Зозуленецьких рамчастих коропів, що сприяє розумінню механізмів підтримки відносної постійності генофонду і надає змогу контролювати та зберігати специфічність їх генетичної структури. Отримані дані про породоспецифічні особливості генетичної структури за дослідженими маркерами дають змогу пропонувати відповідні зміни до планів селекційно-племінних робіт та генетично обґрунтовані рекомендації щодо їх породного районування. Отримано дані з використання генетико-біохімічних систем для диференціації та ведення постійного генетичного моніторингу популяцій рамчастих коропів. Доведено перспективність та екобезпечність вирощування коропів у внутрішніх водоймах України.

Ключові слова: екологічна адаптивність, рамчастий короп, Антонінсько-Зозуленецька популяція, генотип.

Розробка генетичних основ оптимізації структур внутріпородних і породних груп сільськогосподарських тварин у різних регіонах України набуває важливого значення з огляду на погіршення екологічної ситуації. Особливість таких розробок обумовлено відсутністю генетично обґрунтованих програм розкриття інформації стосовно різних агроєкологічних регіонів України і відсутністю методів виявлення екологічної адаптивності у різних видів риб.

Популяційні дослідження мають за мету вивчення структури та динаміки природних популяцій, відповідних процесів. Зв'язок цих процесів із подіями і процесами на різних рівнях здебільшого розглядаються як пріоритетні для сучасних екологічних досліджень, що можуть на практиці розв'язувати актуальні, теоретичні та практичні проблеми.

Ключову роль у створенні українських порід коропів відіграла популяція особин, яка сформувалась у ПАТ «Хмельницькриб-

госп» унаслідок асиміляції аборигенних короїв і завезеної Галиційської породи коропа. Завдяки селекційно-плеємній роботі були сформовані самостійні селекційні стада різних форм коропа. Популяції Антонінсько-Зозуленецького коропа є типовими представниками українських порід, від яких відділились інші їх типи, вони мають дві форми — лускату і рамчасту. Завдяки своїм рибицьким характеристикам та з огляду на історію створення, цей масив є ядром українських порід, їх еталоном [1].

Нині склалась ситуація, за якої традиційні підходи до вивчення рибогосподарських об'єктів вже не відповідають сучасним вимогам. Наукові основи моніторингу біорізноманіття і організація раціонального ведення господарювання потребують отримання кількісних оцінок популяційно-генетичних параметрів, що є можливим лише на основі молекулярно-генетичних маркерів. Ізоферментні генні маркери залишаються одним із головних інструментів вивчення популяційно-генетичної структури, внутрішньо- і міжвидової диференціації об'єктів рибицтва. Незважаючи на швидкий розвиток методів аналізу ДНК, ізоферменти залишаються корисними генетичними маркерами, оскільки за їхньої допомоги можна отримати надійну і повну генетичну інформацію про стан генофондів популяцій риб за короткий час і за порівняно незначних затрат матеріальних ресурсів [2, 3].

Наразі особливості генетичної структури різних внутрішньопородних типів українських короїв вивчено фрагментарно [4]. Поліморфізм геному майже не досліджено. Проведено деякі дослідження генетичної структури українських короїв різних зон розведення [5], але дослідження щодо короїв Антонінсько-Зозуленецького масиву лускатої і рамчатої порід у науковій літературі є поодинокими [6].

Мета роботи — проведення екологічних досліджень генетичної структури стад рамчастих короїв та впровадження у практику рибицтва досліджень на основі досягнень молекулярної генетики, екстрапольованих на весь простір видо-

вого ареалу, а також збереження генофонду та закріплення генетичного потенціалу популяції українських рамчастих короїв.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальний матеріал Антонінсько-Зозуленецької рамчатої породи було отримано від особин короїв, вирощуваних у ставах ПАТ «Хмельницькрибгосп» (2017–2018 рр.). Відбір дослідних зразків здійснювали за використання сітки з вічком діаметром 100 мм. Після затягування сітки довжиною 80 м рибу підводили до берега і підсакою відбирали дослідний матеріал. Досліджувані особини були представлені статевозрілими (4–6 років) і статевонезрілими особинами (2 роки) обох статей (табл. 1). Таксономію наведено згідно із загальноприйнятими визначниками [7]. Камеральну обробку виконували за загальноприйнятими методиками із власними модифікаціями [5, 8].

Кров з живих особин риб відбирали голкою із шприцем з хвостової артерії у пробірці типу Eppendorf з антикоагулянтом (гепарин 25 мкл/мл крові). Отриману кров розділяли на фракції за допомогою центрифугування впродовж 10 хв при 800 g. Еритроцити промивали 10 об'ємами 0,65% розчину NaCl. Отримані еритроцити, лейкоцити та плазму також фасували у пробірки Eppendorf. Проби для тривалого зберігання поміщали у морозильну камеру (температура — -20°C). Зразки тканин відбирали після проведення екстер'єрних вимірювань.

Здійснювали електрофоретичне розділення білків, використовуючи методи вертикального поліакриламідного та горизонтального крохмального електрофорузу [9].

Основними промірами екстер'єрних показників риби були: маса тіла (P), промислова довжина (I), обхват тіла (O), висота тіла (H). На основі цих показників були розраховані індекси тілобудови: високоспинності (I/H) та обхвату (I/O), коефіцієнт вгодованості (Kв) за формулою Фультона (табл. 1).

Таблиця 1

Екстер'єрні показники плідників коропа рамчастої породи

№ пор.	P (г)	I (см)	H (см)	O (см)	Кв	I/H	I/O
1 р	6200	73	20,5	49	1,59	3,56	1,49
2 р	8800	75	23	54,5	2,08	3,26	1,37
3 р	2000	48	15	35	1,81	3,20	1,37
4 р	1900	50	15	35,5	1,52	3,33	1,41
5 р	8800	75	22	57	2,08	3,41	1,31
6 р	9400	75	23,5	58	2,23	3,19	1,29
7 р	5800	69	20	49	1,76	3,45	1,41
8 р	6700	72	20,5	49	1,79	3,51	1,47
9 р	2100	51	15,5	35	1,58	3,29	1,45
10 р	3800	60	17	41	1,76	3,53	1,46
11 р	2600	53	16	37,5	1,75	3,31	1,41
12 р	1500	40,3	14,5	34,5	2,29	2,78	1,17
13 р	2700	42,5	17,5	40	3,51	2,43	1,06
14 р	3700	51,6	14,5	35,5	2,69	3,56	1,45
15 р	2000	46,5	15,5	35,5	1,99	3,00	1,31
16 р	1800	45	14,5	34,5	1,97	3,10	1,30
17 р	5700	68	19,5	49	1,81	3,49	1,38
18 р	4300	63	18	43	1,72	3,50	1,46
19 р	2600	51	15	36,5	1,96	3,40	1,39
20 р	7300	74	22	52,5	1,80	3,36	1,41
21 р	6000	70	21	48,5	1,74	3,33	1,44
22 р	6600	72	22	51	1,77	3,27	1,41
23 р	4000	62	15	36,5	1,68	4,13	1,70
24 р	2100	51,5	16	35	1,54	3,22	1,47
25 р	3500	60	16	35	1,62	3,75	1,71
26 р	3900	61	14	35,5	1,72	4,36	1,72
27 р	1700	46	15	35	1,74	3,07	1,31
28 р	4700	65,5	20	45	1,67	3,27	1,45
29 р	5200	65	20	47	1,89	3,25	1,38
30 р	4400	62,5	17	41	1,80	3,77	1,42
Середнє	4393,33	59,95	17,83	42,37	1,90	3,37	1,42

Результати досліджень обробляли методами математичної статистики та біометрії [10]. Для характеристики рівня генетичної мінливості обчислювали гетерозиготність для всіх досліджуваних локусів окремо і середню гетерозиготність на локус, генетичні дистанції (Nei, 1972), відхилення генотипових частот від стану рівноваги відповідно до закону Харді-Вайнберга, з використанням комп'ютерних програм

BIOSYS-1, Statistica [11]. Статистичну вірогідність відмінностей оцінювали за критерієм Ст'юдента (St) [12, 13].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для визначення еколого-генетичних показників аквакультури популяції Антонінсько-Зозуленецького рамчастого коропа здійснено їх всебічний аналіз. За результатами морфометричного аналізу плідників

розподіляли на класи з виокремленням елітних груп, з яких сформовано маточний матеріал для виконання робіт з відтворення популяції Антонінсько-Зозуленецького коропа.

За абсолютними приростами маси тіла, фенотиповими ознаками та індексами структури тіла племінне ядро ремонтно-маточного стада української рамчастої породи коропа відповідає нормативним показникам (табл. 1).

Встановлено підвищення темпів росту плідників, що відповідає класу «еліта» і першому класу за шкалою оцінки племінних риб за масою. Достовірних відмінностей за довжиною тіла у рамчастої породи коропа не виявлено.

Індекси тілобудови — обхвату тіла (I/O) та високоспинності (I/H) — характеризують екстер'єр коропів, і разом з масою тіла риб є основними критеріями під час добору екземплярів для формування племінного ядра популяції. За індексами тілобудови достовірних відмінностей у групі рамчастої породи коропа не виявлено.

Середнє значення коефіцієнта варіації у рамчастої породи коропа зафіксовано за масою тіла — 4393,33 г, за індексами тілобудови вони не перевищували 3,37%, що може свідчити про однорідність досліджуваного стада.

Індекс обхвату тіла особин риб має найменший діапазон — 1,42% (I/O), тобто у коропів Антонінсько-Зозуленецької популяції він стабільніший, ніж інші показники.

Коефіцієнт вгодованості (КВ) як важливий показник фізіологічного стану риб відповідав нормативним значенням. Морфометричні показники у дослідженого маточного матеріалу коропа варіювали у межах норм, встановлених для українських порід.

Щодо морфометричних характеристик племінного матеріалу популяції Антонінсько-Зозуленецької породи коропа, можливо здійснювати селекційно-племінну роботу з її українською рамчастою формою.

Молекулярно-генетичні маркери дають можливість одержувати інформацію про

поліморфізм генів і досліджувати, які варіанти окремих генів і генних композицій мають переважне поширення у групах організмів, що характеризуються оптимальним комплексом ознак у конкретних умовах навколишнього природного середовища. На основі визначених даних морфологічної і генетичної інформації можна цілеспрямовано формувати генофонди з необхідними генними поєднаннями коропових риб. Аналіз генетичної структури популяції Антонінсько-Зозуленецького рамчастого коропа за генетико-біохімічними системами дає змогу визначити породоспецифічні особливості за частотою алелів локусів усіх досліджених груп риб (табл. 2).

У всіх проаналізованих зразків риб система лактатдегідрогенази (LDH) виявилась мономорфною. За системами естерази (EST), малатдегідрогенази (MDH), малікензиму (ME) і 6-фосфоглюконатдегідрогенази (6-PGD) у коропів виявлено поліморфізм: Est 1 була представлена двома алейними варіантами, позначеними F і S; Est 2 — також A і B; Mdh 1 — A, B, C; Mdh 2 — A, B, C; Me 1 — A і B; Me 2 — A і B; 6-Pgd 1 — A, B, C та 6-Pgd 2 — A, B, C. Найвищим рівнем поліморфності у досліджених груп коропа виявився локус TF (табл. 2).

Трансферин є транспортним білком плазми крові, що переміщає іони заліза, необхідні для синтезу молекул гемоглобіну. Локус Tf є мінливим, число алелів варіює у межах 2–13 [14]. Поліморфізм трансферину має генетичний характер. Успадкування Tf — кодомінантне; Tf у геномі представлено переважно одним локусом [15].

За результатами досліджень виявлено п'ять алейних варіантів за локусом трансферину: TF A, TF B, TF C₁, TF C₂, TF D; з найвищою частотою траплялися алелі Tf C₁ («Меджибіж» — 0,500 та «Стара Синява» — 0,412). За локусом трансферину з найбільшою частотою траплявся алейний варіант Tf C₁, кількість генотипів C₁C₁ була найбільшою, що є властиво українським породам коропів. Найвищою частотою характеризувався алель Tf A (рибгосп «Антоніни» — 0,411). Частота інших алелів була значно нижчою — Tf B: «Меджибіж» —

**Частоти алелів за генетико-біохімічними системами
у популяції Антонінсько-Зозуленецьких рамчастих коропів досліджуваних рибгоспів**

Локуси, алелі	«Меджибіж»	«Стара Синява»	«Антоніни»	Загалом
TF (n)	31	17	28	76
A	0,161	0,265	0,411	0,328
B	0,065	0,000	0,161	0,102
C1	0,500	0,412	0,250	0,414
C2	0,226	0,176	0,125	0,141
D	0,048	0,147	0,054	0,016
ALB(n)	31	17	28	76
A	0,226	0,441	0,518	0,558
B	0,032	0,559	0,482	0,442
EST(n)	31	17	28	76
F	0,500	0,529	0,446	0,487
S	0,500	0,471	0,554	0,513

0,065, «Антоніни» – 0,161, зовсім відсутня у особин коропів рибного господарства «Стара Синява» (табл. 2). Збільшення частоти одних алелів та зменшення інших можливо за проведення штучного добору за будь-якими рибогосподарськими ознаками і залежить від умов розведення риб.

Естераза (EST) є ферментом плазми крові, що каталізує синтез і гідроліз складних ефірів. Виявлено дві зони естерази: F – швидка і S – повільна форми. У досліджених груп коропів обидва алельні варіанти локусу EST траплялися з частотою 0,462–0,538 і суттєво не відрізнялися між собою. Із трьох очікуваних генотипів естерази (табл. 2) у популяції рибгоспу «Стара Синява» був відсутній генотип SS. У всіх популяціях спостерігався незрівноважений стан за локусом EST, оскільки було зафіксовано статистично достовірний надлишок гомозигот згідно із законом Харді – Вайнберга (табл. 2).

За локусом альбуміну виявлено два алелі – A і B (табл. 2). Як і з EST, за вказаним локусом спостерігався надлишок гомозигот. Алельні варіанти з високою і низькою молекулярною масою у рамчастих коропів Антонінсько-Зозуленецької популяції траплялися з частотою за локусами: ALB – 0,435–0,518, EST – 0,446–0,554, ці показ-

ники у коропів з різних рибгоспів істотно не відрізнялися, що свідчить про їх генетичну консолідацію.

За іншими дослідженими локусами (НАДФ-залежна малатдегідрогеназа, карбоангідраза, супероксиддисмутаза) у рамчастих коропів виявлено швидкий та повільний алельні варіанти, що за своєю частотою трапляння істотно не відрізнялися у особин всієї Антонінсько-Зозуленецької популяції.

Співвідношення частот алелів TF у популяціях риб зазвичай не виходить за рамки формули Харді – Вайнберга, за винятком деяких вибірок, коли не вистачає гетерозигот, рідше спостерігається їх надлишок (табл. 3).

Коропи Антонінсько-Зозуленецької популяції були генетично незрівноваженими за локусами TF, EST, а в особин рибгоспів «Стара Синява» та «Антоніни» за локусом ALB через присутність статистично достовірного надлишку гетерозигот ($P < 0,002$ – $0,05$ і $P < 0,001$ – $0,005$ відповідно) також зафіксовано незрівноваженість.

У рибництві широко розповсюджено явище збалансованого поліморфізму, що ґрунтується на перевазі гетерозигот. Гетерозиготи нерідко переважають відповідні типи гомозигот за загальною кількістю або за

**Наявні та очікувані генотипи за досліджуваними локусами у рамчастих коропів
Антонінсько-Зозуленецької популяції у рибгоспах Хмельницької обл.**

Локуси	Генотипи	Наявні	Очікувані	χ^2	P
«Меджибіж»					
TF	AA	1	0,738	29,412	0,001
	AC1	0	0,656		
	AC2	6	5,082		
	AD	2	2,295		
	BB	0	0,098		
	BC1	4	2,033		
	BC2	0	0,918		
	C1C1	8	7,623		
	C1C2	4	7,115		
	C1D	1	1,529		
DD	4	1,492			
ALB	AA	7	1,492	79,813	0,000
	AB	0	0,459		
	BB	1	0,016		
EST	FF	4	7,623	6,776	0,009
	FS	23	15,754		
	SS	4	7,623		
«Стара Синява»					
TF	AA	1	1,091	2,374	0,882
	AC2	4	3,818		
	AD	1	1,636		
	AF	2	1,364		
	C1C1	2	2,758		
	C1C2	4	2,545		
	C1D	2	2,121		
ALB	AA	0	3,182	9,825	0,002
	AB	15	8,636		
	BB	2	5,182		
EST	FF	1	4,636	12,549	0,000
	FS	16	8,727		
	SS	0	3,636		
«Антоніни»					
TF	AA	3	4,600	18,518	0,047
	AC1	4	3,764		
	AC2	7	5,855		
	AD	6	2,927		
	AF	0	1,255		

Закінчення таблиці 3

Локуси	Генотипи	Наявні	Очікувані	χ^2	P
TF	BB	0	0,655	18,518	0,047
	BC1	4	2,291		
	BC2	1	1,145		
	C1C1	0	1,655		
	C1C2	0	1,782		
	C1D	3	0,764		
ALB	AA	3	7,382	11,004	0,001
	AB	23	14,236		
	BB	2	6,382		
EST	FF	2	5,455	6,987	0,008
	FS	21	14,091		
	SS	5	8,455		

тим чи іншим компонентом життєздатності та за здатністю до конкуренції чи за стійкістю до захворювань. В основному, перевага гетерозиготних особин спостерігається за одиничним чи за блоком генів. Якщо гетерозигота має селективну перевагу порівняно з однією або з обома гомозиготами, добір сприяє збереженню в популяції обох алелів [16].

З усіх досліджуваних генетико-біохімічних систем у рамчастих коропів Анто-

нінсько-Зозуленецької популяції найвищий рівень гетерозиготності спостерігався за локусами ALB та EST у особин коропів рибгоспу «Меджибіж» (79,813; 6,776 відповідно); TF, ALB, EST (0,824; 0,882; 0,941 відповідно) – «Стара Синява» та TF, ALB (0,893; 0,821 відповідно) – «Антоніни». Найнижчу гетерозиготність у досліджуваних коропів зафіксовано за локусом TF (0,548) у рибгоспі «Меджибіж» (табл. 4).

Таблиця 4

Рівень середньої гетерозиготності за дослідженими генетико-біохімічними системами рамчастих коропів Антонінсько-Зозуленецької популяції у рибгоспах Хмельницької обл.

Локус*	TF	EST	ALB	Гетерозиготність за всіма локусами
«Меджибіж»				
H_{ϕ}	0,677	0,508	0,964	0,716
H_o	0,548	0,742	0,742	0,677
«Стара Синява»				
H_{ϕ}	0,729	0,513	0,508	0,583
H_o	0,824	0,941	0,882	0,882
«Антоніни»				
H_{ϕ}	0,738	0,503	0,508	0,583
H_o	0,893	0,750	0,821	0,821

Примітка: * H_o – очікувана та H_{ϕ} – фактична гетерозиготність.

Локус гемоглобіну (НВ) та пурин-нуклеозидфосфорилази (РН) у рамчастих коропів Антонінсько-Зозуленецької популяції був мономорфним.

За результатами аналізу показників генетичної мінливості (H_0 і H_c), розрахованих на основі розподілу відповідних генотипів, виявлено надлишок гетерозигот у досліджуваних популяціях. Встановлено високий рівень генетичної мінливості у групах форм рамчастих коропів із господарств ПАТ «Хмельницькрибгосп». Чинниками зміни рівня генетичної мінливості у бік надлишку внутрішньопопуляційної складової в штучно підтримуваних популяціях риб є добір та дрейф генів [17].

Але слід відзначити, що в малочисельних популяціях можуть проявлятися негативні наслідки генетичного дрейфу, що супроводжуються втратою гетерозиготності, фіксацією рецесивних алелів і загальним зниженням рівня мінливості [18].

Розподіл частот алелів та генотипів у досліджуваних популяціях слугують вихідними даними для характеристики їхньої генетичної структури та порівняльної оцінки фактичного розподілу із відповідним теоретично очікуваним показником за законом Харді — Вайнберга.

Зростання показника гетерозиготності можна очікувати у разі підвищеної пристосованості особин риб до певного середовища. Як свідчать дані наукових досліджень [19], зниження рівня гетерозиготності або його надмірне зростання є несприятливим для нормального функціонування популяції, що зумовлено також і дією чинників штучного добору.

У дослідженнях деяких груп риб — незначної частини від загальної популяції — важливим є можливість одержати кількісні оцінки, які відобразатимуть не тільки рівень відхилення частот алелів та генотипів за кожною із вибірок, а й характеризуватимуть рівень їх внутрішньо- та міжпопуляційної генетичної диференціації.

ВИСНОВКИ

Морфометрична оцінка рамчастих коропів Антонінсько-Зозуленецького попу-

ляції дає змогу констатувати — досліджені особини є однорідними, коефіцієнти мінливості — стабільними, що є важливим у процесі селекційної роботи з ними та відповідає нормативним показникам української рамчатої породи коропа.

Аналіз різноманіття генотипів досліджуваних популяцій у розрізі господарств дав можливість виявити за локусом трансферину специфічні генотипи та відсутність деяких із теоретично очікуваних, а саме: TF АВ, ВВ і DD. Специфічними для рамчастих коропів у рибгоспах «Меджибіж» були генотипи TF АС₁ і С₁С₂, «Антоніни» — АС₁ та АС₂. Крім того, у рамчастих коропів спостерігається оптимальний рівень генетичної гетерогенності — 55–70%.

Отримані дані свідчать, що у коропів рибгоспів «Стара Синява» та «Антоніни» спостерігається оптимальний рівень генетичної гетерогенності (55–65%) порівняно з рибгоспом «Меджибіж», де цей показник був найвищим (71%). Встановлено статистично достовірний надлишок гетерозигот за деякими локусами. Найвищий рівень гетерозиготності у досліджуваних групах коропів спостерігається за локусами TF (96,4%) у рибгоспі «Меджибіж».

Проведені дослідження дають підстави стверджувати про генетичну унікальність популяції рамчастих коропів, що сприяє розумінню механізмів підтримки відносно постійності генофонду і дає змогу контролювати та зберігати специфічність їх генетичної структури.

Отримані дані про породоспецифічність особливості генетичної структури Антонінсько-Зозуленецької популяції українських коропів за дослідженими маркерами надає змогу пропонувати відповідні зміни до планів селекційно-плеємної роботи та генетично обґрунтовані рекомендації щодо їх породного районування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Олексієнко О.О. Антонінсько-зозуленецький тип — структурна ланка українських порід коропа / О.О. Олексієнко // Таврійський науковий вісник. — 2004. — Вип. 32. — С. 157–164.
2. Тарасюк С.І. Актуальність молекулярно-генетичних досліджень в аквакультури [Електронний

- ресурс] / С.І. Тарасюк, С.О. Колісник, О.Ю. Белікова // Проблеми екологічної біотехнології. — 2018. — № 1. — Режим доступу: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/12877/17713>
3. Microsatellite DNA Marker Analysis of Genetic Diversity in Wild Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) Populations / Dayu Li, Dahai Kang, QianqianYina [et al.] // Journal of Genetics and Genomics. — 2007. — Vol. 34 (11). — P. 984–993.
 4. Маріуца А.Е. Порівняльна характеристика генетичної структури українських лускатих і малолускатих порід коропа господарства «Іркліівський риборозплідник рослинноїдних риб» / А.Е. Маріуца, О.В. Залоїло, С.І. Тарасюк // Риборосподарська наука України. — 2011. — № 3. — С. 80–84.
 5. Грициняк І.І. Генетична структура порід і породних груп коропів за окремими генетико-біохімічними системами / І.І. Грициняк, Т.А. Нагорнюк, С.І. Тарасюк // Риборосподарська наука України. — 2008. — № 1. — С. 29–33.
 6. Analysis of genetic structure of Ukrainian scaled and framed carps of the Antoninsky-Zozulenets / I. Grytsiniak, T. Nagornyuk, A. Mariutsa, S. Tarasjuk // Czasopism naukowych informujemy, że wydawane przez Instytutu Zootechniki czasopismo «Roczniki Naukowe Zootechniki». — 2013. — T. 40 (2). — P. 145–153.
 7. Маркевич О.П. Визначник прісноводних риб УРСР / О.П. Маркевич, І.І. Короткий. — К.: Радянська школа, 1954. — 209 с.
 8. Нагорнюк Т.А. Морфогенетичні особливості української лускатої породи коропа / Т.А. Нагорнюк, Н.Й. Тушницька, С.І. Тарасюк // Науковий технічний бюлетень Ін-ту біології тварин та Держ. н.-д. контрол. ін-ту ветпрепаратів та кормових добавок. — 2012. — Вип. 13, № 3–4. — С. 323–327.
 9. Davis B.J. Disc electrophoresis. II. Method and application to human serum proteins / B.J. Davis // Ann. N. Y. Acad. Sci. — 1964. — Vol. 121. — P. 404–408.
 10. Harris H. Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics / H. Harris, D. Hopkinson. — Amsterdam: North-Holland Publ.Comp., 1976. — 680 p.
 11. Плохинский Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. — М.: Изд-во МГУ, 1970. — 367 с.
 12. Swofford D.L. BIOSYS-1: a Fortran program for the comprehensive analysis of electrophoretic data in population genetics and systematic / D.L. Swofford, R.B. Selander // Heredity. — 1981. — Vol. 72. — P. 281–283.
 13. Nei M. Genetic distance between populations / M. Nei // American Nature. — 1972. — Vol. 106, No. 4047. — P. 434–436.
 14. Животовский Л.А. Популяционная биометрия / Л.А. Животовский. — М.: Наука, 1991. — 271 с.
 15. Паавер Т. Биохимическая генетика карпа (*Cyprinus carpio* L.) / Т. Паавер. — Таллин: Валгус, 1983. — 122 с.
 16. Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников. — Л.: Наука, 1987. — 520 с.
 17. Sulowska M.K. Isoenzyme Analyses Tools Used Long Time in Forest Science [Електронний ресурс] / M.K. Sulowska // Electrophoresis. — 2012. — Режим доступу: dx.doi.org/10.5772/45756
 18. Genetic variability in realred stocks of common carp (*Cyprinus carpio* L.) based on allozymes and microsatellites / [J. Desvignes, J. Laroche., J. Durand, Y. Bouvet] // Aquaculture. — 2001. — Vol. 194. — P. 291–301.
 19. Fallahbagheri F. Genetic analysis of wild common carp, *Cyprinus carpio* L. in the Anzali wetland, the Caspian Sea / F. Fallahbagheri, M. Pourkazemi, S. Dorafshan // Iranian Journal of Fisheries Sciences. — 2013. — 12 (1). — P. 5–11.
 20. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях / Ю.П. Алтухов. — М.: Наука, 1989. — 328 с.

REFERENCES

1. Oleksienko, O.O. (2004). Antoninsko-zozulenecky typ — strukturalna lanka ukrainських porid koropa [Antoninsko-zozulenecky type is a structural link of the Ukrainian breeds of carp]. *Tavriysky naukovy visnyk — Tavriysky scientific announcer*, 32, 157–164 [in Ukrainian].
2. Tarasyuk, S.I. Byelikova, O.Yu., Kolisnyk, S.O. (2018). Aktualynisty molekulyarno-henetychnykh doslidzheny v akvakulturi [Actuality of molecular genetic research in aquaculture]. *Problemy ekolohichnoyi biotekhnologiyi — Problems of environmental biotechnology*, 1. Retrieved from <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/12877/17713> [in Ukrainian].
3. Dayu, Li, Dahai, Kang, Qianqian, Yina [et al.] (2007). Microsatellite DNA Marker Analysis of Genetic Diversity in Wild Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) Populations. *Journal of Genetics and Genomics*, 34 (11), 984–993 [in English].
4. Mariutsa, A.E., Zaloilo, O.V., Tarasyuk, S.I. (2011). Porivnialna kharakterystyka henetychnoi struktury ukrainських luskatykh i maloluskatykh porid koropa gospodarstva «Irakliivskyky ryborozplidnyk roslynoidnykh ryb» [Comparative description of genetic structure of the Ukrainian scaly and littlescally breeds of carp of economy «Irakliivskyky ryborozplidnyk roslynoidnykh ryb»]. *Rybohospodarska nauka Ukrayiny — Fishery science of Ukraine*, 3, 80–84 [in Ukrainian].
5. Grytsyniak, I.I., Nahorniuk, T.A., Tarasiuk, S.I. (2008). Henetychna struktura porid i porodnykh hrup koropiv za okremymy henetyko-biokhimichnymy systemamy [Genetic structure of breeds and rock groups of carps by individual genetic-biochemical systems]. *Rybohospodarska nauka Ukrayiny — Fishery science of Ukraine*, 1, 29–33 [in Ukrainian].
6. Grytsiniak, I., Nagornyuk, T., Mariutsa, A., Tarasjuk, S. (2013). Analysis of genetic structure of Ukrainian scaled and framed carps of the Antoninsky-Zozulenets. *Czasopism naukowych informujemy, że wydawane przez Instytutu Zootechniki czasopismo «Roczniki Naukowe Zootechniki» — Scientific magazines inform that the journal «Scientific Annals of Zootechnics» published by the Institute of Animal Production*, 40 (2), 145–153 [in English].

7. Markevych, O.P., Korotkiy, I.I. (1954). *Vyznachnyk prysnovodnykh ryb [Determinant of freshwater fishes of URSR]*. Kyiv: Radianska shkola [in Ukrainian].
8. Nahorniuk, T.A., Tushnytsyka, N.Y., Tarasiuk, S.I. (2012). Morphogenetychni osoblyvosti ukraïns'koyi luskatoyi porody koropa [Morphogenetic features of Ukrainian sparse carp]. *Naukovo-tekhnichnyi byuleteny Instytutu biologiyi tvaryn ta Derzhavnogo naukovo-doslidnogo kontrol'nogo instytutu vetrynaryo ta kormovoykh dobavok – Scientific and technical bulletin of the Institute of Animal Biology and State Scientific and Research Control Institute of Veterinary Drug and Feed Additives*, 13, (3/4), 323–327 [in Ukrainian].
9. Davis, B.J. (1964). Disc electrophoresis. II. Method and application to human serum proteins. *Academy Scientifics*, 121, 404–408 [in English].
10. Harris, H., Hopkinson, D. (1976). *Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics*. Amsterdam: North-Holland Publ. Comp. [in English].
11. Plokhinsky, N.A. (1970). *Biometria [Biometry]*. Moskva: Moskovskii gosudarstvennyi universitet [in Russian].
12. Swofford, D.L., Selander, R.B. (1981). BIOSYS-1: a Fortran program for the comprehensive analysis of electrophoretic data in population genetics and systematic. *Heredity*, 72, 281–283 [in English].
13. Nei, M. (1972). Genetic distance between populations. *American Nature*, 106, 4047, 434–436 [in English].
14. Zhyvotovskyy, L.A. (1991). *Populacionnaya biometriya [Population biometry]*. Moskva: Nauka [in Russian].
15. Paver, T. (1983). *Biohimicheskaya hetetika karpa (Cyprinus carpio L.) [Biochemical genetics of carp (Cyprinus carpio L.)]*. Tallin: Valgus [in Russian].
16. Kirpichnikov, V.S. (1987). *Henetika i selekcia ryb [Genetics and selection of fishes]*. Leningrad: Nauka [in Russian].
17. Sulikowska, M.K. (2012). Isoenzyme Analyses Tools Used Long Time in Forest Science. *Electrophoresis*. Retrieved from: [dx.doi.org/10.5772/45756](https://doi.org/10.5772/45756) [in English].
18. Desvignes, J., Laroche, J., Durand, J., Bouvet, Y. (2001). Genetic variability in realted stocks of common carp (*Cyprinus carpio* L.) based on allozymes and microsatellites. *Aquaculture*, 194, 291–301 [in English].
19. Fallahbagheri, F., Pourkazemi, M., Dorafshan, S. (2013). Genetic analysis of wild common carp, *Cyprinus carpio* L. in the Anzali wetland, the Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12 (1), 5–11 [in English].
20. Altukhov, Yu.P. (1989). *Heneticheskie procesy v populyaciyakh [Genetic processes are in populations]*. Moskva: Nauka [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу
29.04.2019

УДК 504.054:504.064.2.001.18:614.484

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174075>

ВИЗНАЧЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ МИЙНО-ДЕЗИНФІКУВАЛЬНОГО ЗАСОБУ САНІМОЛ Л ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ІНФУЗОРІЙ *TETRACHYMENA PYRIFORMIS*

О.М. Жукорський¹, Є.М. Кривохижа²

¹ Національна академія аграрних наук України

² Інститут агроєкології і природокористування НААН

*Висвітлено результати досліджень токсичності мийно-дезинфікувального засобу СанімоЛ Л для доїльного обладнання та молочного інвентаря за використання як біоіндикатора інфузорій *Tetrachymena pyriformis*. Встановлено мінімальну токсичну концентрацію засобу СанімоЛ Л для інфузорій, що становить 0,1% (або 10000 мг/л). За цієї концентрації та експозиції 24 год найбільш токсичним засобом для *T. pyriformis* виявився Сульфохлорантин — смертність інфузорій становила 85–95%. Нижчу токсичність — у 1,6 та 1,5 рази проявляли засоби СанімоЛ Л і CircoSuper AF відповідно.*

Ключові слова: мийно-дезинфікувальний засіб, токсичність, інфузорії, санітарна обробка, доїльне обладнання.

У процесі виробництва молока основним джерелом його мікробного обсіменіння є недостатньо очищене доїльне обладнання

[1], що потребує ретельного миття і дезінфекції після кожного доїння. Під час очищення видаляються молочні залишки, органічні і мінеральні речовини з внутрішніх

поверхонь обладнання. Дезінфекція проводиться для знищення мікроорганізмів з цих поверхонь. Порушення технологічного процесу призводить до розмноження бактерій на внутрішніх поверхнях обладнання і, як наслідок, до збільшення їх кількості у молоці [2].

Нині на ринку України налічується широкий асортимент імпортованих мийно-дезінфікуювальних засобів для доїльного обладнання і — недостатня кількість вітчизняних. З огляду на це, виникає потреба створення нових ефективних мийно-дезінфікуювальних засобів та технологій їх застосування.

Функція мийно-дезінфікуювальних засобів для санітарної обробки доїльного обладнання — забезпечення широкого спектра антимікробної активності, належного мийного ефекту. Поряд із тим вони мають відповідати високим стандартам, як-от: мати низьку корозійну активність, не мати різкого запаху, не подразнювати шкіру рук, бути екологічно безпечними та нетоксичними [3].

Метою роботи було визначити токсичність мийно-дезінфікуюального засобу СанімоЛ Л із використанням як біоіндикатора інфузорій *Tetrachytena pyriformis*.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження рівня токсичності засобу СанімоЛ Л за кількістю живих інфузорій

T. pyriformis (штам WH-14) після його застосування проводили в Інституті агро-екології і природокористування НААН на основі порівняння з наявними на ринку засобами, як-от: CircoSuper AF і Сульфохлорантин загальноприйнятими методами [4–6]. Розглянуто інструкції із застосування цих засобів, проаналізовано кількісний уміст їх діючих речовин (табл. 1).

Інфузорій утримували в органічному середовищі за методикою напівбезперервного культивування при температурі $22 \pm 1^\circ\text{C}$ із щотижневою заміною частини середовища. До інфузорій, що поміщали у поживне середовище на чашках Петрі, додавали водні розчини мийно-дезінфікуювальних засобів, щоб загальна їх концентрація у середовищі становила від 0,01 до 2,0%. Співвідношення об'ємів внесених засобів і поживного середовища з інфузоріями становило 1:9. У контрольному варіанті до зразків з інфузоріями додавали аналогічні кількості питної води. Спостереження за станом і поведінкою мікроорганізмів здійснювали за допомогою лабораторного біокулярного мікроскопа, термін спостереження — 3 доби. Дослідження кожного засобу проводили у восьмиразовому повторенні.

Критерієм токсичності мийно-дезінфікуюального засобу слугувала смертність інфузорій. Мертвими вважалися нерухомі та видозмінені форми. Показник смертності

Таблиця 1

Уміст діючих речовин досліджуваних мийно-дезінфікуювальних засобів для доїльного обладнання та молочного інвентаря

Назва засобу	Кількісний уміст компонентів, %							
	аніонні ПАР*	катионні ПАР	луг	гіпохлорит натрію	органічні сполуки хлору	фосфати	натрій кремнієкислий	трилон Б
СанімоЛ Л	–	4,0	7,0	–	–	–	3,5	0,6
CircoSuper AF	–	–	10,0	4,0	–	–	–	–
Сульфохлорантин	35,0	–	–	–	36,5	10,0	–	–

Примітка: *ПАР — поверхнево-активні речовини.

тест-об'єктів у гострому токсичному експерименті розраховували за формулою:

$$X = \frac{N_1}{N_2} \times 100,$$

де X – смертність інфузорій, %; N_1 – загальна кількість вихідних особин, які взяті для досліду; N_2 – кількість мертвих особин за час експозиції.

У кожну колбу з токсичним середовищем обсягом 90 см³ (розчини досліджуваних мийно-дезінфікувальних засобів) вносили культури інфузорій обсягом 10 см³. Культуру в колбі ретельно перемішували, після визначеного часу експозиції відбирали вісім проб з кожної об'ємом 1,0 см³. Для підрахунку використовували мікроскоп бінокулярний МБИ-3 і камеру Горяєва.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Нами розроблено безхлорний лужний мийно-дезінфікувальний засіб Санімол Л для санітарної обробки доїльного облад-

нання та молочного інвентаря [7]. Засіб має такі характеристики: прозора жовтуватого кольору рідина, за хімічним складом – водний розчин суміші катіонних ПАВ, луку, комплексону та інгібітора корозії. Катіонні ПАВ, які входять до його складу, більше ніж на 90% біологічно розкладаються (метод OECD) [8, 9], що відповідає вимогам ЄС [10].

Визначено, що засіб Санімол Л у 0,5%-й концентрації за експозиції 2 хв проявляє бактерицидну дію на тест-культури дослідних мікроорганізмів: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus agalactiae* та *Pseudomonas aeruginosa* та високу мийну здатність.

На основі проведених досліджень із визначення фітотоксичності засобу Санімол Л встановлено, що за його внесення у ґрунт у концентрації 1000 мг/кг відбувається зменшення маси, довжин стебла та найдовшого кореня рослин – у середньому на 12,7%. А це свідчить про його низький

Таблиця 2

Дія мийно-дезінфікувальних засобів на фізіологічний стан *T. Piriformis**

Назва засобу та його концентрація, %	Період експозиції і дія на інфузорій									
	1 хв	30 хв	1 год	3 год	7 год	24 год	36 год	48 год	56 год	72 год
<i>Санімол Л</i>										
2,0	±	±	±	–	–	–	–	–	–	–
1,0	±	±	±	±	±	–	–	–	–	–
0,1	+	+	+	±	±	±	±	±	–	–
0,01	+	+	+	+	+	+	+	++	++	++
<i>CircoSuper AF</i>										
2,0	±	±	–	–	–	–	–	–	–	–
1,0	±	±	±	–	–	–	–	–	–	–
0,1	+	+	±	±	±	±	±	±	–	–
0,01	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
<i>Сульфохлорантин</i>										
2,0	±	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1,0	±	±	–	–	–	–	–	–	–	–
0,1	+	±	±	±	±	±	–	–	–	–
0,01	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Примітка: * «+» – норма; «++» – збільшення та «±» – зменшення чисельності інфузорій та їх активності; «–» – загибель інфузорій, відсутність будь-яких видимих ознак життєздатності.

Таблиця 3

Вплив мийно-дезинфікувальних засобів на смертність інфузорій *T. pyriformis*, $M \pm m$, $n = 8$

Назва засобу (концентрація – 0,1%)	Експозиція, год							
	1	3	7	24	36	48	56	72
	Смертність інфузорій, %							
Саніمول Л	0	20±1	35±3	55±3	70±4	85±5	100	100
CircoSuper AF	5±1	30±2	45±3	60±4	75±5	95±5	100	100
Сульфохлорантин	9±2	50±4	70±5	90±5	100	100	100	100
Контроль	0	0	0	0	0	0	0	0

рівень фітотоксичності. Але для системного визначення впливу засобу Саніمول Л, порівняно з іншими мийно-дезинфікувальними засобами, безпосередньо на клітину ми вивчали його токсичну дію на інфузорії *T. pyriformis*.

Так, усі досліджувані засоби в 1,0%-й концентрації спричиняють зменшення чисельності інфузорій та зниження їх активності впродовж першої хвилини експозиції (табл. 2). Тому в наступних експериментах було здійснено порівняння дії досліджуваних засобів у концентрації 0,1%. Для цього в кожную чашку Петрі з культуральним середовищем обсягом 18 см³ та інфузоріями додавали 2 см³ 1,0%-го розчину мийно-дезинфікувальних засобів (тобто їх кінцева концентрація у розчині становить 0,1%). Здійснювали спостереження за динамікою змін стану інфузорій та розраховували показник смертності за дії всіх випробуваних засобів (табл. 3).

Так, за 0,1%-ї концентрації розчинів засобу Саніمول Л виживаність інфузорій упродовж 1 год експозиції була аналогічна контролю. Засоби CircoSuper AF і Сульфохлорантин за такої самої концентрації та експозиції спричиняли зниження виживаності інфузорій – у середньому на 7,0%. Через 24 год їх чисельність за впливу всіх досліджуваних засобів зменшилася на 68,0%. За збільшення експозиції до 36 год засіб Сульфохлорантин проявляв летальний ефект на інфузорій, а засоби Саніمول Л і CircoSuper AF спричиняли 73,0%-у їх смертність. Через 48 год смертність інфузорій за впливу цих засобів становила у середньому 90,0%. Упродовж 56 год засоби

Саніمول Л і CircoSuper AF також проявляли летальний ефект на інфузорій; засіб Саніمول Л демонстрував нижчу токсичність – у середньому на 38,8% порівняно із іншими досліджуваними засобами.

Отже, токсичність засобу Саніمول Л за експозиції 24 год була нижчою на 5,0 і 35,0% порівняно із засобами CircoSuper AF та Сульфохлорантин відповідно.

ВИСНОВКИ

Застосування методу визначення токсичності мийно-дезинфікувальних засобів для доїльного обладнання на інфузоріях *T. pyriformis* дає можливість прогнозувати вплив викидів їх відпрацьованих розчинів на найпростіші організми.

Встановлено мінімальну токсичну концентрацію засобу Саніمول Л для інфузорій – 0,1% (або 10000 мг/л). Більш токсичним засобом щодо *T. pyriformis* виявився Сульфохлорантин, натомість Саніمول Л і CircoSuper AF були менш агресивними – у 2,0 та 1,6 раза відповідно. Токсикологічні дослідження на інфузоріях дають підстави вважати, що Саніمول Л є перспективним екобезпечним засобом і може використовуватися у молочному скотарстві для покращення екологічної ситуації у зонах інтенсивного виробництва продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Robinson R.K.* Dairy microbiology handbook: the microbiology of milk and milk products / R.K. Robinson. – 3rd ed. – New York: John Wiley and Sons, 2002. – 784 p.
2. *Jones G.M.* Cleaning and Sanitizing Milking Equipment [Електронний ресурс] / G.M. Jones. – Publications (Virginia Cooperative Extension), 2009. –

- 4 р. — (Series 400–404). — Режим доступу: <https://pubs.ext.vt.edu/404/404-400/404-400.html> [in English].
3. Палій А.П. Санітарна обробка доільно-молочного обладнання / А.П. Палій, А.П. Палій, О.В. Синиця // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. — 2016. — Вип. 170. — С. 51–55.
 4. Доклінічні дослідження ветеринарних лікарських засобів / І.Я. Коцюмбас, О.Г. Малик, І.П. Патерега [та ін.]; за ред. І.Я. Коцюмбаса. — Львів: Триада плюс, 2006. — 360 с.
 5. Доклінічні дослідження лікарських засобів: методичні рекомендації / О.В. Стефанов, Н.В. Литвінова, М.А. Філоненко-Патрушева [та ін.]; за ред. О.В. Стефанова. — К.: Авіценна, 2001. — 528 с.
 6. Коваленко В.Л. Методичні підходи контролю дезінфікуючих засобів для ветеринарної медицини: монографія / В.Л. Коваленко, В.В. Недосєков. — К.: НУБіП, 2011. — 219 с.
 7. Пат. 133516 Україна, МПК С11D 7/00. Лужний мийно-дезінфікуючий засіб «СанімоЛ» / О.М. Жукорський, Є.М. Кривохижа, О.В. Никифорук, В.О. Пінчук; заявник і патентовласник Інститут агроєкології і природокористування НААН. — № u201810993; заявл. 07.11.2018; опубл. 10.04.2019; Бюл. № 7.
 8. Assessment of the biodegradability of Dialkyldimethylammonium salts in flow through systems / C.G. van Ginkel, A. Hoenderboom, A.M. van Haperen, M.G.J. Geurts // Journal of Environmental Science and Health. — 2003. — Vol. 38, Issue 9. — P. 1825–1835. — (Part A. Toxic: Hazardous Substances and Environmental Engineering).
 9. Марки Лутензит TC-KLC 50: Технічна інформація. — BASF, 1992. — 19 с.
 10. Regulation (EC) No. 648/2004 of the European Parliament and of the Council of 31 March 2004 on detergents // Official Journal of the European Union. — 2004. — No. 104. — P. 1–35.
1. Robinson, R.K. (2002). *Dairy microbiology handbook: the microbiology of milk and milk products*. New York: John Wiley and Sons [in English].
 2. Jones, G.M. (2009). Cleaning and Sanitizing Milking Equipment. *pubs.ext.vt.edu*. Retrieved from <https://pubs.ext.vt.edu/404/404-400/404-400.html> [in English].
 3. Paliy, A.P., Paliy, A.P., Synytsya, O.V. (2016). Sanitarna obrobka doyl'no-molochnoho obladdnannya [Sanitization of milking and dairy equipment]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva imeni Petra Vasylenka — Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petr Vasilenko*, 170, 51–55 [in Ukrainian].
 4. Kotsyumbas, I.Ya., Malyk, O.H., & Patereha I.P. et al. (2006). *Doklinichni doslidzhennya veterynarnykh likars'kykh zasobiv* [Preclinical studies of veterinary medicinal products]. I.Ya. Kotsyumbas (Ed.). Lviv: Triad plus [in Ukrainian].
 5. Stefanov, O.V. Litvinova, N.V., Filonenko-Patrusheva, M.A. et al. (2001). *Doklinichni doslidzhennya likars'kykh zasobiv: metodychni rekomendatsiyi* [Preclinical studies of drugs: guidelines]. O.V. Stefanov (Ed.). Kyiv: Avitsenna [in Ukrainian].
 6. Kovalenko, V.L., Nedosyevkov, V.V. (2011). *Metodychni pidkhody kontrolyu dezinfikuyuchykh zasobiv dlya veterynarnoyi medytsyny* [Methodological approaches of control disinfectants for veterinary medicine]. Kyiv: NUBiP [in Ukrainian].
 7. Zhukorskiy, O.M., Kryvokhyzha, Ye.M., Nykyforuk, O.V. and Pinchuk, V.O. Luzhnyi myno-dezinfikuyuchyiy zasib «Sanimol L» [Alkaline washing-disinfectant «Sanimol L»]. *Patent No.133516, C11D 7/00. u201810993; 7th November 2018; 10th April 2019. Biul. No. 7. Ukraina* [in Ukrainian].
 8. Van Ginkel, C.G., Hoenderboom, A., van Haperen, A.M., Geurts, M.G.J. (2003). Assessment of the biodegradability of Dialkyldimethylammonium salts in flow through systems. *Journal of Environmental Science and Health. Part A. Toxic, 38, 9, 1825–1835* [in English].
 9. *Tekhnichna informatsiya. Marky Lutensit TC-KLC 50* [Technical information. Mark Lutensit TC-KLC 50]. (1992). BASF [in Ukrainian].
 10. Regulation (EC) No 648/2004 of the European Parliament and of the Council of 31 March 2004 on detergents. *Official Journal of the European Union, 104, 1–35* [in English].

REFERENCES

Стаття надійшла до редакції журналу
30.04.2019

ВИЗНАЧЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ МЕТАЛОВМІСНИХ НАНОЧАСТИНОК У КУЛЬТУРІ КЛІТИН ТА НА БІЛИХ МИШАХ

С.В. Дерев'янюк, Л.М. Решотько, О.О. Дмитрук, А.В. Васильченко

*Інститут сільськогосподарської мікробіології
та агропромислового виробництва НААН*

Проведено досліді з визначення токсичності, форми та розмірів наночастинок. Встановлено, що металовмісні наночастинок мають сферичну форму, їх розміри становлять 10–60 нм. Наночастинок бентоніту мають як неправильну розміром 40–60 нм, так і гольчасту форму частинок розміром 100–500 нм. Максимально допустима концентрація металовмісних наночастинок для перещеплюваної культури клітин СНЕВ для бентоніту становить 500 мкг/см³, Al₂O₃ та CeO₂ — 100 мкг/см³, Ni — 50, V — 25, Al — 20, Ti — 12,5, Zn та Co — 5, Se — 0,1 мкг/см³. Досліджено гостру токсичність металовмісних наночастинок на білих безпородних мишах відповідно до OECD Guideline 425 for the Testing of Chemicals (Limit Test). Встановлено, що усі наночастинок виявились нетоксичними для білих мишей у концентрації 2000 мг/кг. Обгрунтовано, що їх можна використовувати для подальшого вивчення антивірусних властивостей на відповідному етапі розробки противірусних препаратів.

Ключові слова: металовмісні наночастинок, цитотоксичність, максимально допустима концентрація, культура клітин, гостра токсичність.

Сучасні наукові досягнення у галузі нанотехнологій відкривають широкі перспективи для виробництва та використання металовмісних наночастинок (НЧ), що можуть існувати у формах оксидів, гідроксидів, колоїдних сполук, гідратованих чи цитратованих формах. На сьогодні НЧ у тій чи іншій формі використовують в медицині, ветеринарії, сільському господарстві, рослинництві, парфумерній та харчовій промисловості [1–5].

Зокрема, НЧ є перспективними для розробки противірусних препаратів для сільського господарства. Однак встановлено, що наночастинок можуть бути токсичними, здатними проникати в незміненому вигляді через клітинні бар'єри, а також через гематоенцефалічний бар'єр у центральну нервову систему, циркулювати і накопичуватися в органах і тканинах, викликати виражені патоморфологічні зміни у внутрішніх органах, а також мають тривалий період напіввиведення. Так, НЧ можуть впливати на антиоксидантний стан, репарацію генів клітин організму та спричиня-

ти цитотоксичний ефект, що обмежує їх використання [6]. До того ж проникнення у клітину може бути фагоцитарним чи нефагоцитарним і залежить від розміру, заряду і концентрації наночастинок [7]. Вірогідно, що механізм, за допомогою якого наночастинок проникають у клітини без специфічних рецепторів на їх зовнішній поверхні, ґрунтується на пасивному захопленні чи адгезивній взаємодії.

Токсичність НЧ залежить від їх форми і розмірів. Так, дрібні наночастинок веретеноподібної форми викликають сильніші руйнівні ефекти в організмі, ніж подібні їм НЧ сферичної форми. Також за впливу НЧ на культури клітин та на організм чітко простежується зв'язок «доза — ефект» [8, 9].

Тому перспективними для розробки антивірусних препаратів, імуномодуляторів, ад'ювантів для вакцин є наночастинок, які не мають або характеризуються помірним рівнем цитотоксичних властивостей. Найчастіше токсичну дію НЧ вивчають в експерименті на тваринах або у культурах клітин.

Метою роботи було визначити цитотоксичну дію металовмісних наночастинок у

культури клітин та дослідити токсичність НЧ на тваринах.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Були використані наночастинки оксидів металів, надані Інститутом мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного: CeO_2 (д-р біол. наук, професор М.Я. Співак), бентоніт (д-р біол. наук, професор І.К. Курдиш), цитрати Zn , $\text{Se} + \text{I}$, V , Co , Al , $\text{I} + \text{S}$, Ti , Ni , Ce — ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології» (д-р техн. наук В.Г. Каплуненко), Al_2O_3 — Інститутом сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (канд. с.-г. наук С.Б. Дімова).

Перед використанням порошкоподібні наночастинки розчиняли у краплі диметилсульфоксиду (ДМСО) та готували робочі суспензії. Водні суспензії НЧ розбавляли до потрібної концентрації та доводили значення рН до нейтрального. Суспензії стерилізували у спосіб автоклавовання. Для контролю стерильності використовували м'ясопептонний агар (МПА) та тіюгліколевє середовище. Посіви інкубували при температурі 37°C . Тривалість інкубації становила близько 14 діб.

Цитотоксичність НЧ вивчали в перещеплюваній культурі клітин нирки ембріона свині (СНЕВ), надані ННЦ «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини» НААН. Для вирощування культур клітин використовували живильні середовища (199, Ігла), сироватку крові великої рогатої худоби (ТОВ НДП «Ветеринарна медицина», Україна).

У сформований моношар клітин вносили поживне середовище, що містить досліджувану речовину у різних концентраціях. Використовували двократні розведення НЧ. Для кожної концентрації використовували чотири пробірки з культурою клітин. У контрольному варіанті також проводили заміну поживного середовища, але без досліджуваних речовини.

Облік результатів проводили щодоби впродовж семи діб. Моношар клітин досліджували в оптичному мікроскопі на наявність цитотоксичної дії речовини, яку оцінювали за порушенням цілісності мо-

ношару. Рівень токсичності визначали за 4-хрестовою системою, кожен з яких відповідає дегенерації 25% площі моношару клітин.

Гостру токсичність наночастинок *in vivo* визначали на білих безпородних лабораторних мишах. Оцінку гострої токсичності здійснювали за ліміт-тестом [10]. Цей метод надає змогу з'ясувати основні параметри токсичності речовин, а саме: середньолетальну дозу та її стандартну похибку ($\text{LD}_{50 \pm m}$) для речовин з невідомою токсичністю, а у разі якщо значення LD_{50} є вищим за 2000 мг/кг — спостерігати за розвитком або відсутністю клінічних ознак токсичності.

Морфологію НЧ вивчали за допомогою електронного мікроскопа JEOL JEM-1400 (Японія). Мікроскопію здійснювали на сіточках із формваровою плівкою. Проби контрастували в 1% розчину ацетату урану впродовж 30 с.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Нині не існує уніфікованого методу оцінки цитотоксичності речовин у культурі клітин. Ми проводили дослід з визначення максимально допустимої концентрації (МДК) наночастинок, тобто такої, що не спричиняє незворотних видимих змін у морфології та життєздатності клітин.

За результатами дослід встановлено, що МДК для різних НЧ варіює у значних межах. Так, з найнижчою токсичністю були НЧ бентоніту, їх МДК становила 500 мкг/см^3 . Більш токсичними були НЧ Al_2O_3 , CeO_2 — 100 мкг/см^3 кожна сполука, Ni — 50, V — 25, Al — 20 мкг/см^3 . Найвищою токсичністю відзначались наночастинки Ti ($12,5 \text{ мкг/см}^3$), Zn , Co (по 5), Ce — $0,1 \text{ мкг/см}^3$ (табл. 1).

У подальших дослідженнях у культурі клітин будуть використані ці речовини у МДК. Виявлення протівірусної активності металовмісних НЧ можливо лише за використання їх у МДК і нижче. За використання вищих за МДК концентрацій металовмісних НЧ спостерігалися дегенеративні зміни в культурі клітин СНЕВ: порушення цілісності моношару, округлення, розплас-

тування і зморщування, вакуолізація та зернистість клітин, зміна забарвлення живильного середовища тощо (рис. 1).

Визначення гострої токсичності здійснювали за описаними вище міжнародними правилами тестування невідомих хімічних речовин [9]. За результатами проведеного дослідження встановлено, що всі досліджувані наночастки виявились нетоксичними для білих мишей у концентрації 2000 мг/кг.

За допомогою електронної мікроскопії виявлено, що переважна більшість металовмісних наночастинок мають сферичну форму, їх розміри становлять 10–60 нм, спостерігаються як поодинокі НЧ, так і їх агломерати (рис. 2). Поряд із тим встановлено, що НЧ бентоніту мають як неправильну (40–60 нм), так і гольчасту (100–500 нм) форму частинок.

Отже, встановлено форму, розмір, МДК та гостру токсичність металовмісних на-

Таблиця 1

Максимально допустима концентрація наночастинок для культури клітин СНЕВ

№ пор.	Речовина	МДК, мкг/см ³
1	Ti	12,5
2	V	25
3	Zn	5
4	Ni	50
5	Al ₂ O ₃	100
6	Co	5
7	CeO ₂	100
8	Al	20
9	Бентоніт	500
10	Ce	0,1

ночастинок для подальшого вивчення їх антивірусних властивостей, що є необхідним етапом розробки противірусних препаратів.

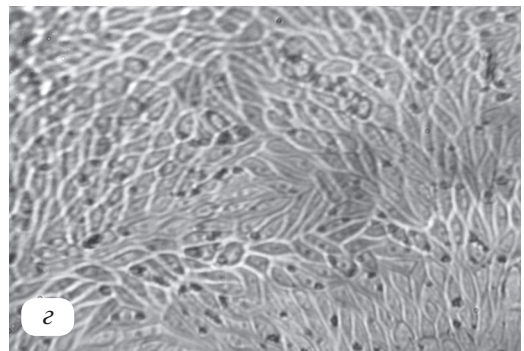
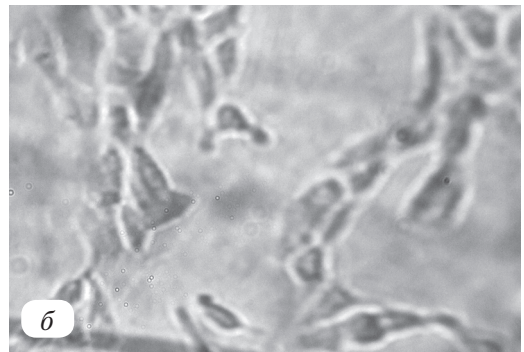
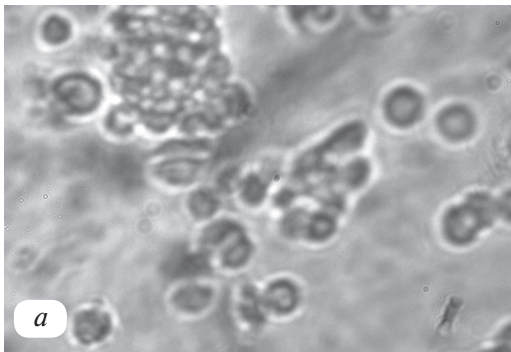


Рис. 1. Дегенеративні зміни у перешеплюваній культурі клітин нирки ембріона свині за дії високих концентрацій наночастинок: *а, б, в* — дегенеративні зміни клітин; *г* — культура клітин СНЕВ за відсутності наночастинок

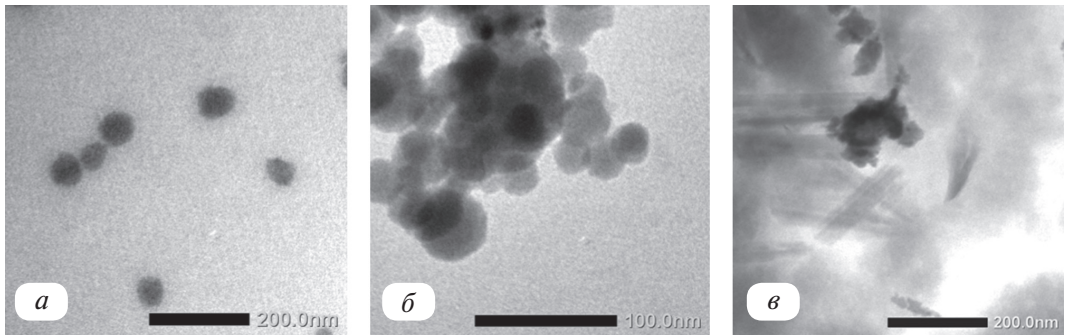


Рис. 2. Електронні фотознімки наночастинок: а — Al, б — Се, в — бентоніту

ВИСНОВКИ

Досліджувані металовмісні наночастинок мають переважно сферичну форму, їх розміри становлять 10–60 нм і є перспективними для подальшого вивчення в аспекті протівірусних властивостей. Наночастинок бентоніту мають як неправильну (40–60 нм), так і гольчасту (100–500 нм) форми частинок.

Встановлено, що максимально допустима концентрація для бентоніту становить 500 мг/см³, Al₂O₃ та CeO₂ — по 100, Ni — 50, V — 25, Al — 20, Ti — 12,5, Zn та Co — по 5, Се — 0,1 мг/см³.

Наночастинок (бентоніт, Al₂O₃, CeO₂, Zn, V, Co, Al, Ti, Ni, Се) не є токсичними для білих мишей у концентрації 2000 мг/кг. Ці наночастинок можна використовувати для подальшого вивчення їх антивірусних властивостей з метою розробки протівірусних препаратів.

Висловлюємо подяку провідному інженеру Інституту мікробіології та вірусології НАН України ім. Д.К. Заболотного М.С. Харчуку за допомогу у проведенні електронної мікроскопії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. 106101 Україна, МПК А61К 33/08, А61Р 31/22. Спосіб виготовлення медичних протівірусних препаратів, що містять наночастинок, та препарат проти вірусів герпесу hiv і грипу h1n1, виготовлений за даним способом / М.М. Локшин, М.Я. Співак, В.С. Лисенко. — Заявл. 17.07.12; опубл. 25.07.2014, Бюл. 14.
2. Пат. 106111 Україна, МПК А61К 38/21, А61Р 37/04. Спосіб отримання людського інтерферону

- з використанням наночастинок оксиду церію / В.З. Лозовський, М.Я. Співак, М.М. Локшин, В.С. Лисенко. — Заявл. 10.08.12; опубл. 25.07.2014, Бюл. 14.
3. Пат. 2422377 Российская Федерация, МПК С02F1/50, А01 N25/00, В22F9/19. Биоцидный концентрат / В.Н. Голубев, И.А. Коленкор, В.В. Слепцов и др.; заявитель и патентообладатель Слепцов В.В. — № 2009126984/07; заявл. 15.07.09; опубл. 20.01.11, Бюл. 18.
4. Пат. 2431656 Российская Федерация, МПК С11D9/18, С11D9/22, С11 D9/50. Мыло туалетное с антимикробными свойствами / В.И. Беклемышев, И.И. Махони, У.О.Д. Мауджери и др.; заявитель и патентообладатель ЗАО «Институт прикладной нанотехнологии», Фонд Сальваторе Мауджери, Клиника Труда и Реабилитации, СИБ Лэборетрис Лимитед. — № 2010115401/04; заявл. 20.04.10; опубл. 20.10.11, Бюл. 29.
5. Нанотоксикология: напрямки досліджень (огляд) / І.С. Чекман, А.М. Сердюк, Ю.І. Кундієв [та ін.] // Довкілля та здоров'я. — 2009. — № 1. — С. 3–7.
6. Нанотехнологии в биологии и медицине [Електронний ресурс] / Коллективная монография под ред. Е.В. Шлякто. — 2009. — Режим доступу: <http://prostonauka.com/nano/nanotehnologii-v-biologii-i-medicine>
7. Thorek D.L. Size, charge and concentration dependent uptake of iron oxide particles by non-phagocytic cells / D.L. Thorek, A. Tsourkas // Biomaterials. — 2008. — Vol. 29, No. 26. — P. 3583–3590.
8. Глушкова А.В. Нанотехнологии и нанотоксикология — взгляд на проблему / А.В. Глушкова, А.С. Радилов, В.Р. Рембовский // Токсикол. вестник. — 2007. — № 6. — С. 4–8.
9. Нанотехнології в медицині, фармації та фармакології / Л.Г. Розенфельд, І.С. Чекман, А.І. Тертишна та ін. // Фармакологія та лікарська токсикологія. — 2008. — № 1–3. — С. 3–7.
10. OECD Guideline 425 for the Testing of Chemicals (Limit Test) [Електронний ресурс]. — 2001. — 26 p. — Режим доступу: https://ntp.niehs.nih.gov/iccvam/suppdocs/feddocs/oced/oced_gl425-508.pdf

REFERENCES

1. Lokshyn, M.M., Spivak, M.Y., Lysenko, V.S. (2014). Sposib vyhotovlennia medychnykh likarskykh preparativ, shcho mistiat nanochastynky, ta preparat proty virusiv herpesu hiv I hrypu h1n1, vyhotovlenii za danym sposobom [A method of production of medical antiviral drugs, which contain nanoparticles, and a drug for treating herpes virus hiv and influenza h1n1, which is produced with this method]. *Patent of Ukraine No. 106101; 17th July 2012; 25th July 2014. Bul. No. 14. Ukraine* [in Ukrainian].
2. Lozovskii, V.Z., Spivak, M.Y., Lokshyn, M.M., Lysenko, V.S. (2014). Sposib otrymannia liudskoho interferonu z vykorystanniam nanochastynok ceriu [A method of production of human interferon using cerium oxide nanoparticles]. *Patent of Ukraine No. 106111; 10th August 2012; 25th July 2014. Bul. No. 14. Ukraine* [in Ukrainian].
3. Holubev, V.N., Kolenkor, I.A., Sleptsov, V.V., Tianginkii, A.Y., Tserulev, M.V., Shmidt, V.I. (2011). Biocydnii koncentrat [Biocidal concentrate]. *Patent of the Russian Federation No. 2422377; 15th July 2009; 20th January 2012. Bul. 18. Russian Federation* [in Russian].
4. Beklemyshev, V.I., Mahony, I.I., Maudgery, U.O.D., Abramian, A.A., Solodnikov, V.A., Filipov, K.V., Afanasiev, M.M. (2011). Mylo tualetnoe s antimikrobnymi svoistvami [Toilet soap with antimicrobial effect]. *Patent of the Russian Federation No. 2431656; 20th April 2010; 20th October 2011. Bul. 29. Russian Federation* [in Russian].
5. Checkman, I.S. et al. (2009). Nanotoxicologia: napriamky doslidzhen (ohliad) [Nanotoxicology: areas of research (a review)]. *Dovkilla ta zdorovia – Environment and health, 1, 3–7* [in Ukrainian].
6. Shlyakhto, E.V. (Ed.). (2009). Nanotehnologii v biologii i medicine [Nanotechnology in biology and medicine]. *prostonauka.com*. Retrieved from <http://prostonauka.com/nano/nanotehnologii-v-biologii-i-medicine> [in Russian].
7. Thorek, D.L., Tsourkas, A. (2008). Size, charge and concentration dependent uptake of iron oxide particles by non-phagocytic cells. *Biomaterials, 29 (26), 3583–3590* [in English].
8. Hlushkova, A.V., Radylov, A.S., Rembovskii, V.R. (2007). Nanotehnologii i nanotoksikologiya – vzgliad na problemu [Nanotechnology and nanotoxicology – a view of the problem]. *Toksikologicheskii vestnik – Toxicological Herald, 6, 4–8* [in Russian].
9. Rosenfeld, L.G., Checkman, I.S., Tertyshna, A.I. et al. (2008). Nanotehnologii v medicyni, farmacii ta farmakologii [Nanotechnology in medicine, pharmacy and pharmacology]. *Farmakologia ta likarska toxicologia – Pharmacology and medical toxicology, 1–3, 3–7* [in Ukrainian].
10. OECD Guideline 425 for the Testing of Chemicals (Limit Test). (2001). ntp.niehs.nih.gov. Retrieved from https://ntp.niehs.nih.gov/iccvam/suppdocs/feddocs/oced/oced_gl425-508.pdf [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу
30.04.2019

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ З КОНТРОЛЮ ІНВАЗІЙНИХ ВИДІВ-ІНТРОДУЦЕНТІВ

Т.Л. Шевченко

*Дослідна станція лікарських рослин
Інституту агроекології і природокористування НААН*

Викладено результати багаторічних досліджень з моніторингу інвазійних видів-інтродуцентів та апробованих заходів з їх контролю. Встановлено, що на колоніях однорічників ефективним є застосування механічного зрізування або одноразове використання рекомендованих гербіцидів. На колоніях багаторічників ефективним є проведення повторних обробок гербіцидами або одноразова обробка ними із використанням збільшеної норми витрати препаратів. Для контролю поширення коренепаросткових рослин доцільним є застосування комплексу заходів — біологічних, хімічних та агротехнічних. Серед екологічно ефективних та економічно доцільних апробованих заходів контролю, зокрема для ваточника сирійського, слід виокремити обробку рослин під час вегетації сумішню гербіцидів Титус та Мушкет — витрати на цей захід контролю становлять 370 грн/га, що дешевше порівняно з триразовим скошуванням надземної частини у 4,6 рази.

Ключові слова: *натуралізація, інвазійно-небезпечні інтродуценти, заходи контролю.*

Сталість і відновлюваність якості лікарської рослинної сировини, яка використовується для медичних цілей, є найважливішими умовами клінічної ефективності препаратів на її основі, що на практиці забезпечується культивуванням лікарських рослин [1]. Перед введенням будь-якої лікарської рослини в агрофітоценози проводяться інтродукційні і агротехнічні дослідження, метою яких є пошук оптимальних умов для росту, розвитку і накопичення біологічно-активних речовин (БАР), на основі яких розробляються прийоми культивування та технології вирощування лікарських культур [2–4]. Інтродукція лікарських рослин займає одне з чільних місць у процесі освоєння рослинних ресурсів людством для розширення асортименту рослин, що переходять від дикого до культурного стану.

Разом з тим інтенсивна діяльність людини, її соціальний розвиток стали могутнім чинником, що змінює довкілля. Утво-

рення в порушених людиною місцезростаннях нових фітоценозів — одна з форм прояву синантропізації рослинного покриву. Проявом цього процесу є загальне збіднення флори, заміна місцевих видів заносними, зниження стабільності рослинних угруповань [5]. З огляду на це, особливого значення набуває збереження всіх складових частин біорізноманіття, що забезпечує стійке їх відтворення в нестабільному навколишньому природному середовищі. Метою роботи є встановити еколого-економічну ефективність заходів з контролю інвазійних видів-інтродуцентів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили в Інституті агроекології і природокористування НААН на базі Дослідної станції лікарських рослин (ДСЛР) упродовж 2007–2014 та 2016–2018 рр. Експериментальну частину роботи виконували на базі сівозмін ДСЛР на полі с. Березоточа Лубенського р-ну Полтавської обл. (12,8 км від м. Лубен Полтавської обл.) на другій терасі лівого берега

р. Сули; географічні координати: 50°31' північної широти і 33°06' східної довготи від Пулково за Гринвічем. У роботі використовували класичний порівняльний морфолого-еколого-географічний метод дослідження — здійснювали маршрутно-флористичне обстеження за Л.Г. Раменським [6] та облік забур'яненості сівозмін з польовою документацією матеріалу за А.В. Фісюновим [7], а також ретроспективний, порівняльно-історичний методи. Фенологічні спостереження проводили за методиками М.І. Майсурадзе [8], зимостійкість та посухостійкість — за методикою формування та ведення колекцій лікарських рослин О.А. Поради [9].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Проблема натуралізації інвазійно-небезпечних інтродуцентів має низку негативних наслідків як екологічного, так і економічного характеру.

Екологічні: зниження біорізноманіття екосистем; пригнічення або витіснення аборигенних видів; трансформація агрофітоценозів.

Економічні: зниження врожайності сільськогосподарських та лікарських культур; загроза здоров'ю населення; спричинення нових хвороб та заселення шкідників.

Щоб запобігти цим наслідкам, необхідно вжити низку заходів з контролю інвазійно-небезпечних інтродуцентів. Серед таких заходів нами апробовано та рекомендується до впровадження — біологічні,

хімічні та агротехнічні. Вивчення біології виду в нових умовах під час проведення інтродукційних робіт надає змогу в подальшому застосовувати ці дані для розроблення заходів як кожного окремо, так і комплексно залежно від агресивності інтродуцента. Для пошуку ефективного та екологічно доцільного методу контролю локалітетів агресивних інтродуцентів, що натуралізувалися, було проведено серію лабораторних та вегетативних дослідів.

Зокрема, у місцях виявлення щільних локалітетів видів-інтродуцентів, як-от: ваточник сирійський (*Asclepias syriaca* L.), кендир коноплевий (*Trachomitum cannabinum* L.) та золотушник канадський (*Solidago canadensis* L.) були закладені досліди із вивчення реакції колоній інтродуцентів на механічне вилучення надземної маси — зрізування. Результати проведених досліджень наведено на прикладі кендиру конопляного (табл. 1).

Так, одноразове зрізування фактично не мало впливу на щільність локалітету кендиру конопляного, а лише стримувало розвиток інтродуцента. Однак за тривалої теплої осені вегетаційний період подовжується, що часто сприяє досягненню насіння на пагонах, які сформувалися після скошування.

За дворазового зрізування надземної маси повсюди спостерігається незначне збільшення щільності локалітету через наростання нових вегетативних пагонів, які сформувалися із сплячих бруньок.

Таблиця 1

Реакція колоній *Trachomitum cannabinum* L. на механічне вилучення надземної маси

Варіанти	Ступінь розвитку	Щільність, од./м ²		
		загальна	генеративні пагони	вегетативні пагони
Контроль	Утворення генеративних пагонів, цвітіння, досягання насіння	56,2±2,0	52,0±1,0	4,2,7 ±0,3
Варіант I (одноразове зрізування)	Утворення генеративних пагонів, цвітіння, насіння не досягає	56,7±2,2	49,4±1,4	7,3±0,3
Варіант II (дворазове зрізування)	Утворення генеративних пагонів, цвітіння, насіння не утворюється	59,4±2,6	38,4±3,4	11,0±0,4
Варіант III (триразове зрізування)	Утворення генеративних пагонів, поодинокі цвітіння	68,0±2,0	37,0±3,0	31,0±1,3

Спостереження засвідчили, що сформовані рослинами пагони після дворазового зрізування вступають у генеративну фазу розвитку. Проте переходу до фази досягання насіння не відбувається через припинення вегетації у фазі початку чи завершення цвітіння.

У варіанті з триразовим зрізуванням надземної маси повсюди зафіксовано значне ущільнення локалітету. Зрізування спричиняє подальший розвиток кореневої системи, що своєю чергою призводить до збільшення чисельності колоній. Отже, найефективнішим є варіант з дворазовим зрізуванням надземної маси.

Для повного викорінення локалізованих місцезростань коренепаросткових видів за вегетаційний період доцільно проводити три-, чотириразове скошування надземної маси. На невеликих за площею ділянках ефективним є викопування кореневищ.

Серед апробованих засобів контролю інвазійних видів-інтродуцентів слід відзначити хімічні заходи, зокрема обробку рекомендованими гербіцидами. Вибір гербіциду здійснювали на основі доступних інформаційних джерел та рекомендацій виробників препаратів.

Результати досліджень свідчать, що застосування гербіцидів на колоніях однорічників, зокрема череди трироздільної, вже за одноразової обробки з мінімаль-

ною дозою внесення є ефективним заходом контролю видів-інтродуцентів.

Одноразове застосування гербіциду з мінімальною нормою витрат на колоніях багаторічників, зокрема оксибафусу нічноцвітного, сприяє пригніченню росту і розвитку рослин, що проявляється у поодинокому формуванні генеративних пагонів. Для повного знищення колоній необхідно проводити повторну обробку або збільшити норму витрати гербіциду.

Найбільшої уваги потребує контроль за поширенням коренепаросткових рослин, а саме ваточника сирійського. Застосування на колоніях цих рослин навіть системних гербіцидів із збільшеною нормою витрат не забезпечує бажаного ефекту (табл. 2).

Так, ефективним є застосування суміші препаратів, або бакових сумішей. Крім того, навіть 100% знищення надземної частини не забезпечує повного викорінення колоній. Стосовно контролю коренепаросткових інвазійних видів-інтродуцентів, доцільно вживати комплексу заходів (біологічні, хімічні та агротехнічні).

Першу обробку баковою сумішшю локалітету інвазійних видів-інтродуцентів слід здійснити у фазу утворення 2–7 пар листків. Після повторного відростання рослин необхідно повторити обробку, не застосовуючи механічних засобів обробки ґрунту, щоб не стимулювати розвиток

Таблиця 2

Реакція колоній *Asclepias syriaca* L. на обробку гербіцидами

Варіанти	Ступінь розвитку	Щільність, од./м ²		
		загальна	генеративні пагони	вегетативні пагони
Контроль (без обробки)	Утворення генеративних пагонів, цвітіння, досягання насіння, висота рослин становить 170–190 см	56,0±2,6	49,0±2,1	7,0 ±1,2
Варіант I (Раундап, 3 л/га)	Утворення генеративних пагонів, цвітіння, досягання насіння	48,0±2,2	42,0±2,3	6,0±0,4
Варіант II (Раундап, 6 л/га)	Утворення генеративних пагонів, цвітіння, насіння не утворюється	43,0±3,1	37,0±2,4	6,0±0,6
Варіант III (Титус, 50 г/га + Мушкет, 60 г/га)	Генеративні пагони не утворюються, висота рослин становить 34–48 см	18,0±2,0	–	18,0±2,0

Економічні показники застосування засобів контролю *Asclepias syriaca* L.

Варіант	Витрати, грн/га
Контроль (без обробки)	0
<i>Механічний спосіб</i>	
Варіант I (одноразове зрізування)	570,00
Варіант II (дворазове зрізування)	1140,00
Варіант III (триразове зрізування)	1710,00
<i>Хімічний спосіб</i>	
Варіант I (Раундап, 3 л/га)	485,00
Варіант II (Раундап, 6 л/га)	860,00
Варіант III (Титус, 50 г/га + Мушкет, 60 г/га)	370,00

нових паростків з подрібнених чи пошкоджених кореневищ.

Для оцінки економічної ефективності апробованих заходів контролю агресивних видів-інтродуцентів здійснено розрахунки рівнів їх рентабельності (табл. 3).

У процесі виконання досліджень із визначення ефективних заходів контролю ваточника сирійського та для розрахунків економічної ефективності було використано обладнання, як от: для механічного скошування надземної маси – косарка КСЛ-2,1 в агрегаті з трактором МТЗ-82; за хімічного способу для внесення гербіцидів – оприскувач ОП-2000 в агрегаті з трактором МТЗ-82.

Серед механічних заходів контролю ваточника сирійського найдешевшим є одноразове скошування – сума витрат на 1 га становить 570 грн, але цей захід є мало-ефективним. Більшого ефекту щодо контролю коренепаросткових видів досягнуто за застосування триразового скошування надземної маси, витрати на цей захід становлять 1710 грн/га (у цінах 2018 р.), що втричі дорожче за одноразове скошування. Якщо метою господарства є запобігання розповсюдженню інвазійного виду через розсіювання насіння, то доволі ефективним є застосування одного або двох скошувань надземної маси, витрати у цьому разі становлять 1140 грн/га.

Серед хімічних засобів контролю найменш ефективним виявилося застосування гербіциду Раундап у дозі 3 л/га – витрати

на цей агрозахід становлять 485 грн/га. Значно ефективнішим є внесення вказаного препарату у дозі 6 л/га – рослини пригнічуються і не формують повноцінного насіння. Витрати на вжиття цього заходу становлять 860 грн/га, що перевищує вартість попереднього на 375 грн/га. Найефективнішим та найдешевшим серед усіх апробованих засобів контролю коренепаросткових видів, зокрема ваточника сирійського, є хімічний – обробка рослин під час вегетації сумішшю гербіцидів: Титус, 50 г/га + Мушкет, 60 г/га, витрати на внесення яких становлять 370 грн/га, що дешевше порівняно з триразовим скошуванням надземної частини у 4,6 раза.

ВИСНОВКИ

Поширення інвазійних видів-інтродуцентів може спричиняти доволі значну шкоду, як от: зниження врожайності сільськогосподарських культур, продуктивності сінокосів та пасовищ; засмічення врожаю та погіршення його якості; перенесення збудників захворювань та збільшення чисельності шкідників сільськогосподарських культур; формування токсичної дії для тварин і нанесення збитків тваринництву; негативний вплив на здоров'я та якість життя людей; порушення складу та структури автохтонних фітоценозів.

Результати досліджень свідчать, що застосування гербіцидів на колоніях однорічників, зокрема череди трироздільної, навіть за одноразового застосування гербіциду з

мінімальною нормою внесення, є ефективним. Одноразове застосування гербіциду з мінімальною нормою витрат на колоніях багаторічників викликає пригнічення росту рослин та поодинокі утворення генеративних пагонів. Для повного знищення колоній необхідно повторити обробку або збільшити норму витрати гербіциду. Для контролю поширення коренепаросткових рослин необхідно вжиття комплексу заходів — біологічних, хімічних та агротехнічних.

Найефективнішим та найдешевшим серед усіх засобів контролю видів-інтродуцентів є хімічна обробка рослин у період вегетації сумішшю гербіцидів Титус та Мушкет (50 г/га + 60 г/га відповідно), витрати на захід становлять 370 грн/га, що дешевше порівняно з триразовим скошуванням надземної частини рослин у 4,6 раза.

ЛІТЕРАТУРА

1. Належна практика культивування і збору лікарської рослинної сировини (ГАСР) як гарантія якості лікарської рослинної сировини і препаратів на її основі: науково-практичний посібник. — Лубни: Комунальне видавництво «Лубни», 2018. — 123 с.
2. Рахметов Д.Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні / Д.Б. Рахметов. — К.: Аграр Медіа Груп, 2011. — 398 с.
3. Губаньов О. Актуальні проблеми лікарського рослинництва України [Електронний ресурс] / О. Губаньов, В. Рак // Пропозиція. — Режим доступу: <http://www.propozitsiya.com>
4. Семак Б.Б. Вітчизняний ринок лікарської рослинної сировини: проблеми і вирішення / Б.Б. Семак, М.Ю. Барна, Л.І. Демкевич // Науковий вісник НЛТУ України. — 2011. — Вип. 21.1. — С. 264–268.
5. Протопопова В.В. Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє / В.В. Протопопова, С.Л. Мосякін, М.В. Шевера. — К.: Інст. ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 2002. — 32 с.
6. Раменский Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова / Л.Г. Раменский. — Л.: Наука, 1971. — 334 с.
7. Филюнов А.В. Справочник по борьбе с сорняками / А.В. Филюнов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Колос, 1984. — 265 с.
8. Методика исследований при интродукции лекарственных растений / Н.И. Майсурдзе, В.П. Ки-

селев, О.А. Черкасов и др. — М.: Центральное бюро научно-технической информации, 1980. — 33 с. — (Сер.: Лекарственное растениеводство).

9. Порада О.А. Методика формування та ведення колекцій лікарських рослин / О.А. Порада. — Бerezotocha, 2007. — 50 с.

REFERENCES

1. *Nalezhna praktyka kulytvuvannya i zboru likarskoi roslynnoi syrovyny (GACP) yak harantiya yakosti likarskoi roslynnoi syrovyny i preparativ na ii osnovi: naukovo-praktychnyi posibnyk [Good practices for the cultivation and collection of medicinal plant material (GACP) as a guarantee of quality of medicinal plant material and preparations on its basis].* (2018). Lubny: Komunalne vydavnytstvo «Lubny» [in Ukrainian].
2. Rakhmetov, D.B. (2011). *Teoretychni ta prykladni aspekty introduktitsii roslin v Ukraini [Theoretical and applied aspects of plant introduction in Ukraine]*. Kyiv: Ahrar Media Hrup [in Ukrainian].
3. Hubanov, O. (n.d.) Aktualni problemy likarskoho roslynnytstva Ukrainy [Actual problems of medicinal plant growing in Ukraine]. *www.propozitsiya.com*. Retrieved from <http://www.propozitsiya.com> [in Ukrainian].
4. Semak, B.B., Barna, M. Yu., Demkevych, L.I. (2011). Vitshyzniani rynok likarskoi roslynnoi syrovyny: problemy i vyrisshennia [Domestic market of medicinal plant raw materials: problems and solutions]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy — Scientific Bulletin of the NLTU Ukraine, 21.1, 264–268* [in Ukrainian].
5. Protopopova, V.V., Mosyakin, S.L., Shevera, M.V. (2002). *Fitoinvazii v Ukraini yak zahroza bioriznomanittiu: suchasnyi stan i zavdannia na maybutnie [Phyto-invasion in Ukraine as a threat to biodiversity: the current state and challenges for the future]*. Kyiv: Inst. Botaniky im. M.H. Kholodnoho NAN Ukrainy [in Ukrainian].
6. Ramenskyi, L.H. (1971). *Problemy i metody izycheniya rastitelnoho pokrova [Problems and methods of studying vegetation]*. Leningrad: Nauka [in Russian].
7. Fisyunov, A.V. (1984). *Spravochnik po borbe s sornyakami [Weed Control Handbook]*. Moskva: Kolos [in Russian].
8. Maysuradze, N.I., Kiselev, V.P., Cherkasov, O.A. et al. (1980). *Metodika issledovaniyu pri introduktitsii lekarstvennykh rasteniy [Research methods for the introduction of medicinal plants]*. Moskva: Tsentralnoe byuro nauchno-tekhnicheskoi informatsii [in Russian].
9. Porada, O.A. (2007). *Metodika formuvannya ta vedennya kolektitsiy likarskykh Roslyn [Methods of forming and maintaining collections of medicinal plants]*. Berezotocha [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу
30.04.2019

В.П. БОРОДАЮ — 80

8 травня 2019 р. виповнилося 80 років відомому вченому у галузі тваринництва та агроєкології, доктору сільськогосподарських наук, професору, провідному науковому співробітнику, академіку Академії наук вищої освіти України та Всеукраїнської академії культурної спадщини Українського козацтва, почесному доктору і заслуженому захиснику природи Інституту агроєкології і природокористування НААН Віталію Петровичу Бородаю.



У 1956 р. В.П. Бородай вступив до Київського ветеринарного інституту, що згодом увійшов у структуру Української сільськогосподарської академії, яку у 1961 р. успішно закінчив.

Упродовж 1961–1966 рр. молодий фахівець працював старшим зоотехніком колгоспу «Всесвітній Жовтень» та обласної агрохімічної лабораторії Чернігівського району й області, секретарем Чернігівського райкому комсомолу, був делегатом XIV з'їзду ВЛКСМ від України.

З 1966 р. — аспірант кафедри годівлі тварин УСГА. З 1969 до 1977 року обіймав посаду директора Київської обласної держплемстанції, інструктора сільгоспвідділу Київського обкому партії і викладача (за сумісництвом) Немішайвського сільськогосподарського технікуму (Бородянський р-н Київської обл.).

У 1971 р. захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук. У 1977 р. — призначений директором радгоспу-комбінату «Калитянський» Броварського р-ну і старшим науковим співробітником (за сумісництвом) Полтавського науково-дослідного інституту свинарства.

У 1981 р. Віталій Петрович став генеральним директором Київського тресту радгоспів «Київтваринпром». Згодом обіймав по-

саду доцента (за сумісництвом) кафедри свинарства, вівчарства та птахівництва УСГА. Під час своєї діяльності у тресті налагодив зв'язки з аналогічними тваринницькими комплексами Польщі та Німецької Демократичної Республіки.

У 1983 р. — призначений генеральним директором держплемптахозаводу «Поліський», ЗАТ «Гаврилівський птахівничий комплекс» і директором (за сумісництвом) селекційно-генетичного центру м'ясних курей «Оріана»

Київського філіалу Інституту птахівництва НААН. У 1996–2011 рр. працював (за сумісництвом) завідувачем новоствореної кафедри птахівництва НУБіП України. На базі курсу В.П. Бородая створено зоотехнічний факультет. У 1961 р. державний племінний птахівничий завод «Поліський» був найбільшим у колишньому СРСР і підпорядковувався союзному Міністерству сільського господарства. Підприємство виробляло племінну продукцію для восьми республік: України, Росії, Грузії, Вірменії, Азербайджану, Таджикистану, Туркменістану, Узбекистану. Частина продукції відправлялася до Сирії, Лівану та Ємену.

Під час роботи у ЗАТ «Гаврилівський птахівничий комплекс» були створені спільне підприємство між США та Україною з виробництва племінної продукції «Авіанфармс» та спільне підприємство з виробництва ветеринарних препаратів «Інтер-біофарм» у складі України, Росії та Індії. Також започатковано перше в Україні науково-виробниче об'єднання «Дніпро» з виробництва м'яса бройлерів, до складу якого входили 22 вітчизняні бройлерні фабрики.

Вчене звання доцента В.П. Бородая присвоєно у квітні 1996 р. У лютому 2000 р. він захистив дисертацію на здобуття нау-

кового ступеня доктора сільськогосподарських наук. У 2002 р. Віталію Петровичу присвоєно вчене звання професора. У 2001 р. В.П. Бородаю обрано академіком Академії наук вищої освіти України, а в 2013 р. — почесним академіком і доктором Всеукраїнської академії культурної спадщини Українського козацтва. У 2014 р. його нагороджено нагрудним знаком «Почесний громадянин Вишгородського району».

За згодою Національної академії аграрних наук України на базі держплемптахозаводу було створено перший в Україні селекційно-генетичний центр м'ясної птиці — філіал Українського інституту птахівництва НААН, який функціонував понад 10 років під назвою «Оріана»; започатковано першу в Україні кафедру птахівництва на чолі з професором В.П. Бородаєм, що з 2003 р. підпорядковувалася НУБіП України.

Віталій Петрович є автором 350 наукових і науково-методичних праць, зокрема п'яти монографій, шести підручників і навчального посібника з грифом МОН України; членом двох спеціалізованих вчених рад із захисту дисертацій у НУБіП України, Інституті розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця та Інституті агроекології і природокористування НААН; головним редактором науково-виробничого журналу «Сучасне птахівництво», членом редколегії журналу «Агроекологія України», що входять до переліку фахових видань, затверджених ВАК України з сільськогосподарських, ветеринарних й екологічних наук. Понад 10 років В.П. Бородай є членом Всесвітньої наукової асоціації з птахівництва (ВНАП) від України; понад 15 років — президент Київського обласного фонду милосердя і здоров'я на громадських засадах. За час трудової діяльності обирався депутатом сільської, районної та обласної рад народних депутатів. Нині Віталій Петрович є радником голови Вишгородської райдержадміністрації. Під його керівництвом працює школа підготовки кандидатів і докторів наук в аспірантурі і докторантурі.

На черговому з'їзді Всеукраїнської громадської організації «Асоціація агроекологів України» створено новий комітет — екологічної безпеки у тваринництві. Головою

цього комітету обрано професора В.П. Бородаю, який з вересня 2016 р. працює в Інституті агроекології і природокористування НААН провідним науковим співробітником лабораторії моніторингу агробіоресурсів відділу екотоксикології. На базі господарства ВАТ «Комплекс Агромарс» (с. Гаврилівка Вишгородського р-ну Київської обл.) створено Науково-навчальний центр з екологічної безпеки тваринництва, який очолив Віталій Петрович; засновано екологічну школу для підготовки кандидатів та докторів наук з питань екологічної безпеки у тваринництві.

Віталій Петровича Бородаю нагороджено 14 орденами, серед яких: Дружби народів, Трудового Червоного Прапора, «Знак Пошани» Верховної Ради СРСР, «Гетьман Байда-Вишневецький» Українського козацтва, Слави І-го та «Покрова» III ступеня, медаллю Золота Зірка «Герой козацтва», знаком народної пошани «Герой Чорнобиля» та ін.; 26 державними медалями, серед яких 4 медалі ВДНГ СРСР (золота, срібна та дві бронзові), «Ветеран праці» Верховної Ради СРСР, сімома почесними відзнаками, зокрема відзнаками МВС України «20 років Чорнобильської катастрофи» як учасника ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС I категорії та інваліда війни, медаллю святого рівноапостольного князя Володимира, нагрудними знаками: «Почесний громадянин Вишгородського району», «Почесний доктор екології», «Заслужений захисник природи».

Улюблені рядки з поезії Расула Гамзатова: «Люди, я прошу вас, ради Бога, не стесняйтесь доброти своєї. На землі друзей не так уж багато: Опасайтесь потерять друзей», — Віталій Петрович не тільки часто цитує, але й вважає своїм життєвим кредо.

Колеги та друзі сердечно вітають ювіляра, бажають міцного здоров'я, щастя, добра, миру, благополуччя, нових творчих злетів та досягнень, успіхів у вихованні та підготовці наукових кадрів, творчого довоління і втілення всіх намірів у життя!

*Колектив Інституту агроекології
і природокористування НААН.
Редколегія та редакція
«Агроекологічного журналу»*

АННОТАЦИИ

Яцук И.П.¹, Моклячук Л.И.², Лищук А.Н.², Романова С.А.¹ Инновационное развитие сельского хозяйства с использованием индикаторов «зеленого роста» // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 2. — С. 6–16.

¹ *Государственное учреждение «Институт охраны почв Украины»*

² *Институт агроэкологии и природопользования НААН*

e-mail: moklyachuk@ukr.net

Проанализированы материалы международных организаций по вопросам «зеленого роста», проведен ретроспективный анализ базы данных эколого-агрохимического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и предложены индикаторы «зеленого роста» сельского хозяйства для восстановления природного потенциала агроэкосистем Украины. Определены следующие экологические индикаторы «зеленого роста» сельского хозяйства: глобальные — распашка территории, баланс гумуса, баланс азота, баланс фосфора, баланс калия; национальные — динамика содержания гумуса, динамика содержания подвижных форм азота, фосфора и калия; локальные — рН, обеспеченность необходимыми микроэлементами, загрязнение токсичными металлами, содержание остатков пестицидов, содержание радиоактивных элементов. Оценка почв по экологическим индикаторам «зеленого роста» подтвердила, что основными факторами снижения агрономически важных свойств почвы являются: недостаточное внесение органических и минеральных удобрений, водная и ветровая эрозия, переуплотнение мощной тяжелой техникой. Предложены меры по переходу сельского хозяйства к «зеленому росту», предусматривающие воспроизводство плодородия почв и дальнейшее сбалансированное ведение сельхозпроизводства, а также повышение его эффективности при переходе на бездефицитный баланс гумуса и питательных веществ в земледелии.

К л ю ч е в ы е с л о в а: «зеленый рост», земли сельскохозяйственного назначения, агроэкосистема, почва, гумус, питательные вещества.

Зубов А.А. Экологическая опасность породных угольных отвалов в агроландшафтах // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 2. — С. 16–22.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: azubov.work@gmail.com

Проанализирован механизм опасного влияния породных отвалов угольных шахт на окружающую среду и разработан алгоритм управления их экологической безопасностью для агросферы. Проанализированы процессы, происходящие под

влиянием метеорологических факторов на поверхности породных отвалов угольных шахт, приведены физические результаты и агроэкологические последствия этих процессов. Разработана схема развития неблагоприятной экологической ситуации на территории, граничащей с отвалами. Установлено, что загрязнение почв и водоемов тяжелыми металлами приводит к ухудшению качества сельскохозяйственной продукции, выращенной в регионе исследований, а загрязнение воздуха ухудшает условия проживания населения. Предложены технологические приемы, снижающие интенсивность попадания загрязняющих веществ из отвалов в окружающую среду и предотвращающие их распространение в агроландшафтах.

К л ю ч е в ы е с л о в а: отвальная порода, дефляция, водная эрозия, загрязнение территории, экологическая безопасность.

Соломаха И.В.¹, Шевчик В.Л.², Шевчик О.В.² Эколого-ценотическая и местообитательная характеристика долины р. Слеспород как перспективного объекта Изумрудной сети Украины // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 2. — С. 22–30.

¹ *Институт агроэкологии и природопользования НААН*

² *ННЦ «Институт биологии и медицины» КНУ имени Тараса Шевченко*

e-mail: i_solo@ukr.net

Приведена физико-географическая характеристика долины р. Слеспород, соединяющая овражно-балочные системы, долины, поймы и водоемы различного типа, а также спонтанно сформировавшиеся лесные массивы. Многообразие экотопов и биотопов, входящих в перечень местообитаний с Резолюции № 4 Бернской конвенции, позволяет рассматривать данную территорию как перспективный объект Изумрудной сети Украины. Установлено 12 местообитаний Изумрудной сети и представлена их общая характеристика. Осуществлена общая оценка ботанической составляющей многообразия типов растительности и составлен реестр редких растений данной территории. Вследствие проведенных исследований установлено, что из общего количества видов: 9 — занесены в Красную книгу Украины, 1 — Европейский красный список, 2 — Резолюцию № 6 Бернской конвенции, 4 — в Изумрудную сеть Украины.

К л ю ч е в ы е с л о в а: долина р. Слеспород, Изумрудная сеть, местообитание, редкие растения.

Дегодюк Э.Г.¹, Литвинова Е.А.², Ярмоленко Е.В.³, Дмитренко О.В.³ Влияние органических удобрений на плодородие серой лесной почвы // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 2. — С. 31–35.

¹ *Национальный научный центр «Институт земледелия Национальной академии аграрных наук Украины»*

² *Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

³ *Государственное учреждение «Институт охраны почв Украины»*

e-mail: blackgrampus@ukr.net

Изложены результаты исследований влияния органических удобрений (навоз крупного рогатого скота, побочная продукция растениеводства) на агрохимические показатели серой лесной почвы. Установлено, что применение 30 и 60 т навоза в севообороте и побочной продукции растениеводства способствовало интенсивному накоплению гумуса в пахотном и подпахотном 0–40 см слоях почвы (до 69,8–71,6 т/га по сравнению с контролем – 48,7 т/га), при этом имело место обогащение гумуса азотом. Анализ распределения гумуса в почвенном профиле свидетельствует о нисходящей динамике в нижних слоях. Применение органических удобрений способствовало улучшению питательного режима серой лесной почвы – произошел рост содержания гидролизованного азота на 15–22%, подвижных соединений фосфора – на 30–57 и калия – на 21–51% по сравнению с контролем; при этом значительных миграционных процессов не отмечено.

К л ю ч е в ы е с л о в а: гумус, азот, фосфор, калий, плодородие почвы, органическая система удобрения.

Парфенюк А.И.¹, Туровник Ю.А.¹, Круть В.В.² Влияние корневых экзометаболитов гибридов подсолнечника на рост и развитие гриба *Alternaria alternata* (Fr.) Keiss. // *Агроэкологический журнал*. – 2019. – № 2. – С. 36–41.

¹ *Институт агроэкологии и природопользования НААН*

² *Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины*

e-mail: turovnikyulia@gmail.com

Представлены результаты оценки влияния экзометаболитов гибридов подсолнечника: Душко, Оливер и Оскар на рост и развитие гриба *Alternaria alternata* (Fr.) Keiss. Установлено, что экзометаболиты растений различных гибридов подсолнечника способны как подавлять, так и стимулировать скорость радиального роста мицелия фитопатогенного гриба. В ходе исследований были обнаружены бактерии рода *Micrococcus* sp., которые колонизировали колонии гриба *A. alternata*. Данные бактерии обладают способностью образовывать стабильные ассоциации с растениями и могут способствовать их устойчивости к вредному воздействию фитопатогенных микроорганизмов, а также росту и развитию растений.

К л ю ч е в ы е с л о в а: гибриды подсолнечника, экзометаболиты, аллелопатия, фитопатогенные микроорганизмы, бактерии.

Чуб А.А., Терновий Ю.В., Городиская И.Н., Лишук А.Н. Эффективность биопрепаратов при производстве органических семян сои // *Агроэкологический журнал*. – 2019. – № 2. – С. 42–49.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: anni0479@gmail.com

Представлены результаты исследований эффективности использования биопрепаратов при производстве органического посевного материала сортов сои отечественной и зарубежной селекции (Созвездие и Кент). Установлено, что обработка опытных участков различными комплексами биопрепаратов обеспечивала улучшение показателей качества семян; способствовала значительному уменьшению засоренности посевов сои по сравнению с контролем благодаря повышению конкурентоспособности культурных растений относительно сеgetальных. Доказано, что комплексы биопрепаратов стимулировали рост и развитие растений сои и способствовали накоплению в почве элементов питания растений. Отмечено, что благоприятные погодные условия усиливали действие биологических препаратов и повышали их эффективность в процессе формирования урожая качественных органических семян сои. Доказано, что выращивание семян сои по органическим технологиям требует применения биопрепаратов для предпосевной обработки почвы и семян, а также в процессе роста и развития культуры.

К л ю ч е в ы е с л о в а: органическое производство, органические семена, соя, биопрепараты, урожайность, качество, засоренность.

Ященко С.А., Грабовская Т.А., Грабовский М.Б., Слободенюк А.И. Эффективность биопрепарата Энтеронормин на ранних этапах онтогенеза растений пшеницы озимой // *Агроэкологический журнал*. – 2019. – № 2. – С. 50–54.

Белоцерковский национальный аграрный университет

e-mail: yashchenkosergiy@gmail.com

Исследовано влияние симбиотического препарата Энтеронормин, в состав которого входят живые культуры полезных микроорганизмов рода *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp. и бактерий *Bacillus subtilis* spp., на энергию прорастания семян и биометрические показатели растений озимой пшеницы на ранних стадиях онтогенеза. Установлено, что обработка растений препаратом Энтеронормин улучшает показатели схожести, прироста количества листьев, сухой массы, длины и количества корней, а также высоты растений. Использование биопрепарата способствует росту содержания хло-

рофилла и повышению устойчивости растений к неблагоприятным экологическим факторам благодаря улучшению показателей содержания суммы хлорофилла $a + b$ и их соотношения a/b .

К л ю ч е в ы е с л о в а: Энтронормин, пшеница озимая, хлорофилл, энергия прорастания, биометрические показатели.

Драга М.В., Кичигина О.А., Зацаринная Ю.А., Цыбро Ю.А. Влияние органо-минерального удобрения Viteri 8-4-5 на процессы роста растений сельскохозяйственных культур // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 2. — С. 54–58.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: m_draga@hotmail.com

Проведены лабораторные исследования оптимальных концентраций органо-минерального удобрения Viteri 8-4-5 и их влияния на ростовые процессы растений сельскохозяйственных культур на ранних этапах онтогенеза. Доказано, что препарат Viteri 8-4-5 стимулирует рост и развитие проростков зерновых, зернобобовых и крупяных культур. Определена оптимальная концентрация (10^{-2}) исследуемого органо-минерального удобрения с целью влияния на ростовые процессы проростков сои и пшеницы яровой. Применение препарата Viteri 8-4-5 в указанной концентрации обеспечивает увеличение длины надземной части соевых проростков сорта Кордоба и пшеницы сорта Тризо по сравнению с контролем (обработка водой) на 29,8 и 18,4% соответственно.

К л ю ч е в ы е с л о в а: органо-минеральное удобрение Viteri 8-4-5, девятидневные проростки сельскохозяйственных культур, ростовые процессы, морфометрические показатели.

Шаврина В.И., Ткач Е.Д. Структура и эффективность биоцентричной сопряженности экосети Восточного Подолья // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 2. — С. 59–63.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: eco_agro@ukr.net

Проведен анализ эффективности функционирования исследуемых территорий экосети по α -, β -, γ -индексам сопряженности экологических коридоров. Полученные значения α -индекса для экологических коридоров: 0,09 (Южнобугский), 0,19 (Днестровский), 0,18 (Лядовский) и 0,33 (Немийский) свидетельствуют об имеющихся, но не в оптимальных количествах, альтернативных путях миграции и распространения видов с биоцентров. Вычислен β -индекс сопряженности для оценки степени развитости сети биокоридоров и установлена степень развития и насыщенности сети биокоридорамы экосети. Для исследуемых экологических коридоров по β -индексу установ-

лено наличие нескольких циклов ($\beta > 1$). Вычислен γ -индекс сопряженности территорий экосети. Данный показатель отражает степень альтернативности выбора путей миграции с одного биоцентра к другим. Полученные значения по γ -индексу для экологических коридоров: 0,4 (Южнобугский), 0,5 (Днестровский), 0,54 (Лядовский) характеризуют слабый тип их сопряженности, а также умеренный — 1,5 (Немийский). На основе теории графов определен уровень сопряженности экологических коридоров.

К л ю ч е в ы е с л о в а: экосеть, соединительные территории, природно-заповедный фонд, биоцентр.

Кириченко А.Н.¹, Гринчук Е.В.², Антипов И.А.² Влияние вирусов семейства *Potyviridae* на функциональное состояние и активность фотосинтетического аппарата бобовых // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 2. — С. 64–71.

¹ *Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины*

² *Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

e-mail: blackgrampus@ukr.net

Исследовано влияние вирусной инфекции на функциональное состояние и активность фотосинтетического аппарата растений, а также на метаболизм фотосинтетических пигментов в динамике развития вирусной инфекции. В растениях бобов под действием вируса обычной мозаики фасоли количество хлорофилла, не участвующего в фотосинтетическом переносе энергии на реакционные центры, увеличивается в 1,4–2, а квантовая эффективность ФС II — снижается в 2–3 раза по сравнению с контролем. В динамике развития вирусной инфекции в инфицированных вирусом желтой мозаики фасоли растениях наблюдается существенное снижение содержания хлорофилла a , b и каротиноидов — на 64, 53 и 36% соответственно. Значение ключевых параметров индикации флуоресценции хлорофилла свидетельствуют о существенном ингибировании фотофизических и фотохимических процессов фотосинтеза и нарушении слаженности реакций цикла Кальвина. Метод флуоресценции хлорофилла может быть использован для быстрого скрининга процессов фотосинтеза и позволит оценить физиологическое состояние растений при вирусном инфицировании.

К л ю ч е в ы е с л о в а: хлорофилл, каротиноиды, флуоресценция хлорофилла, вирус желтой мозаики фасоли, вирус обычной мозаики фасоли.

Лесовой Н.М., Чайка В.Н., Меньяло А.А., Мухаммед М.З. Снижение биоразнообразия энтомокомплексов в агроландшафтах Украины // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 2. — С. 72–76.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
e-mail: Lisova106@ukr.net

Определено состояние популяций основных насекомых-фитофагов в агроландшафтах Украины. Проведена оценка энтомофауны агроценозов с помощью фаунистических исследований индикаторных групп видов, которые доминировали в посевах и посадках сельскохозяйственных культур в первой половине XX в. Обчислен «индекс живой планеты» (ИЖП) — индикатор глобального биоразнообразия Всемирного фонда дикой природы. Установлено, что около 50% видов насекомых агроландшафтов, которые ранее имели статус доминантных и константных, вследствие воздействия неблагоприятных экологических факторов стали малочисленными, что является тревожным сигналом их фактического исчезновения. Об этом свидетельствует и анализ динамики ИЖП. Усредненная численность популяций насекомых из комплекса доминантных видов фитофагов пшеницы озимой за последние 10 лет уменьшалась со скоростью около 3% в год, что свидетельствует о процессах обеднения энтомологического многообразия агроландшафтов Украины. Результаты наших исследований хорошо согласуются с литературными сведениями о глобальном обеднении популяций насекомых.

К л ю ч е в ы е с л о в а: биоразнообразие, энтомофауна, агроландшафты, обеднение численности.

Постоечко Д.Н.¹, Тарасюк С.И.², Конищук В.В.¹
 Эколого-генетические особенности популяции Антониноско-Зозуленецкой рамчатой породы карпа // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 2. — С. 77–86.

¹ *Институт агроэкологии и природопользования НААН*

² *Институт рыбного хозяйства НААН*
e-mail: Dmytroiap@gmail.com

Представлены основные эколого-генетические особенности выращивания во внутренних водоемах Украины перспективных популяций Антониноско-Зозуленецкой рамчатой породы карпа. Проведена морфометрическая оценка рамчатых карпов Антониноско-Зозуленецкой породы, позволяющая констатировать: исследованная популяция — неоднородна со стабильными коэффициентами изменчивости, что является важным при селекционной работе и соответствует нормативным показателям украинской рамчатой породы карпа. По результатам фенотипических признаков производителей распределяли на классы, выделяли элитные группы, из которых формировали маточные стада для ведения селекционно-племенной работы. Выявлены породоспецифические особенности генетической структуры по распре-

делению аллельных частот по генетико-биохимическим системам. Анализ многообразия генотипов исследуемых популяций по локусу трансферрина в разрезе хозяйств позволил выявить специфические генотипы и отсутствие некоторых теоретически ожидаемых, а именно: TF АВ, ВВ и DD. Специфическим для рамчатых карпов были: в рыбнозое «Меджибож» — генотипы TF АС₂ и С₁С₂, «Старая Синява» — TF С₁С₂, в рыбнозое «Антонины» — АС₂. В особой рамчатых карпов наблюдается оптимальный уровень генетической гетерогенности (55–70%). У особой карпов рыбнозоев «Старая Синява» и «Антонины» — оптимальный уровень генетической гетерогенности (55–65%) по сравнению с рыбнозоем «Меджибож», где этот показатель был самым высоким (71%). Установлен статистически достоверный избыток гетерозигот по отдельным локусам. Самый высокий уровень гетерозиготности в исследуемых группах карпа зафиксирован по локусам TF (96,4%) в рыбнозое «Меджибож». Проведенные исследования дают основания свидетельствовать о генетической уникальности популяции Антониноско-Зозуленецкого рамчатого карпа, что способствует пониманию механизмов поддержания относительного постоянства генофонда и позволяет контролировать и сохранять специфичность их генетической структуры. Полученные данные о породоспецифических особенностях генетической структуры по исследованным маркерам позволяют предоставить соответствующие изменения в планы селекционно-племенных работ и генетически обоснованные рекомендации по их породному районированию. Получены данные по использованию генетико-биохимических систем для дифференциации и ведения постоянного генетического мониторинга популяций рамчатых карпов. Доказана перспективность и экологическая безопасность выращивания карпов во внутренних водоемах Украины.

К л ю ч е в ы е с л о в а: экологическая адаптивность, рамчатый карп, Антониноско-Зозуленецкая популяция, генотип.

Жукорский О.М.¹, Кривохижа Е.М.² Определение токсичности моюще-дезинфицирующего средства Санимол Л с использованием инфузорий *Tetrachymena pyriformis* // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 2. — С. 86–90.

¹ *Национальная академия аграрных наук Украины*

² *Институт агроэкологии и природопользования НААН*
e-mail: ye.kryvokhyzha@ukr.net

Представлены результаты исследований токсичности моюще-дезинфицирующего средства Санимол Л для доильного оборудования и молочного инвентаря при использовании в качестве биоиндикаторов инфузорий *Tetrachymena pyriformis*. Установлена минимальная токсическая кон-

центрация средства Санимол Л для инфузорий, составляющая 0,1% (или 10000 мг/л). При этой концентрации и экспозиции 24 ч более токсичным средством для *T. piriformis* оказался Сульфохлорантин — смертность инфузорий составила 85–95%. Более низкую токсичность — в 1,6 и 1,5 раза проявили средства Санимол Л и CircoSuper АЗ соответственно.

К л ю ч е в ы е с л о в а: моюще-дезинфицирующее средство, токсичность, инфузории, санитарная обработка, доильное оборудование.

Деревянко С.В., Решотько Л.Н., Дмитрук О.А., Васильченко А.В. Определение токсичности металлосодержащих наночастиц в культуре клеток и на белых мышах // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 2. — С. 91–95.

Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН
e-mail: biopreparat@i.ua

Проведены опыты по определению токсичности, формы и размеров наночастиц. Установлено, что металлосодержащие наночастицы имеют сферическую форму, их размеры составляют 10–60 нм. Наночастицы бентонита имеют как неправильную размером 40–60 нм, так и гольчастую форму частиц размером 100–500 нм. Максимально допустимая концентрация металлосодержащих наночастиц для перевиваемой культуры клеток СПЭВ для бентонита составляет 500 мкг/см³, Al₂O₃ и CeO₂ — по 100, Ni — 50, V — 25, Al — 20, Te — 12,5, Zn и Co — по 5, Se — 0,1 мкг/см³. Исследована острая токсичность металлосодержащих наночастиц на белых беспородных мышах согласно OECD Guideline 425 for the Testing of Chemicals (Limit Test). Установлено, что все наночастицы оказались нетоксичными для белых мышей в концентрации 2000 мг / кг. Обосновано, что их можно использовать для дальнейшего изучения антивирусных

свойств на соответствующем этапе разработки противовирусных препаратов.

К л ю ч е в ы е с л о в а: металлосодержащие наночастицы, цитотоксичность, максимально допустимая концентрация, культура клеток, острая токсичность.

Шевченко Т.Л. Эколого-экономическая эффективность мероприятий по контролю инвазивных видов-интродуцентов // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 2. — С. 96–100.

Опытная станция лекарственных растений Института агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: tshevchenko367@ukr.net

Изложены результаты многолетнего мониторинга инвазивных видов-интродуцентов и апробированных мер по их контролю. Установлено, что в колониях однолетников эффективным является применение механического срезания или одноразовое использование рекомендованных гербицидов. В колониях многолетников эффективным является проведение повторных обработок гербицидами или одноразовая обработка с использованием увеличенной нормы расхода препаратов. Для контроля распространения корнепаростковых растений целесообразно применение комплекса мер — биологических, химических и агротехнических. Среди наиболее экологически эффективных и экономически целесообразных апробированных мер контроля, в частности для ваточника сирийского, следует выделить обработку вегетирующих растений смесью гербицидов Титус и Мушкет, так как расходы на данное мероприятие контроля составляют 370 грн/га, что дешевле по сравнению с трехкратным скашиванием надземной части растений в 4,6 раза.

К л ю ч е в ы е с л о в а: натурализация, инвазионно опасные интродуценты, меры контроля.

ABSTRACT

Yatsuk I.¹, Moklyachuk L.², Lishchuk A.², Romano-va S.¹ Innovative development of agriculture under using “green growth” indicators // *Agroecological journal*. — 2019. — No. 2. — P. 6–16.

¹ *State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine»*

² *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

e-mail: moklyachuk@ukr.net

Following the analysis of documents of the Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) and their own studies, authors have developed a system of environmental indicators to measure «green» growth in Ukrainian agriculture, which makes it possible to evaluate the condition of agriculture very accurately, to identify all issues and problems, and to accelerate transition to «green» growth: global issues — ploughed-up territories, humus balance, nitrogen balance, phosphorus balance,

potassium balance; national issues — dynamics of humus content; dynamics of easily hydrolysable nitrogen content; dynamics of movable phosphorus and potassium compound content; local issues — soil acidity, provision of necessary microelements; contamination with toxic metals; pesticide residue content; radionuclide content. The results of the analysis of Ukrainian soils by «green» growth indicators have confirmed that long-lasting intensification and excessive plowing-up have caused a disastrous condition of soils. Major reasons of deterioration of the agronomically important soil properties include insufficient application of organic and mineral fertilisers, water and wind erosion, and over-compaction by high-capacity heavy machinery. A considerable decrease in an application of organic fertilisers and expansion of erosion processes has caused a negative humus balance in 2006–2015. Measures aimed at soil fertility enhancement are to ensure the preservation of soil fertility and the increase of agricultural production efficiency, market saturation with food products and feedstock for the processing industry. First and foremost, the efficiency of measures is evaluated by the humus and nutrient balance indicators in agriculture of every region. The evaluation of soils carried out according to «green» growth indicators has supported the necessity of transition to «green» growth in Ukrainian agriculture. The basis of «green» growth is balanced agricultural production, the efficiency of which is evaluated by the humus and nutrient balance in agriculture of every region. Measures have been suggested for soil fertility recovery, a major precondition for which is the transition to a deficit-free humus and nutrient balance.

Key words: agroecosystem, agricultural land, «green» growth, soil, humus, nutrients.

Zubov A. Ecological danger of coal waste dumps in the agrarian landscapes // *Agroecological journal*. — 2019. — No. 2. — P. 16–22.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: azubov.work@gmail.com

At present there are 1257 coal mine shafts in the Donbass. As a result of combustion and extremely active water and wind erosion of the waste dumps, they are sources of high ecological hazard for tens of thousands acres of adjacent land. The purpose of the work was to analyze the mechanism of harmful influence of coal dumps on the environment and to develop the algorithm for controlling their ecological safety for agrosphere. The objects of research were the agrarian landscapes of Lugansk region with the implemented contouring-reclamation organization of the territory and waste dumps of coal mines of the Public Company «Lisichanskcoal». For the study of water erosion, the method of Soboliev was used, a laboratory aerodynamic installation was used to assess of the predilection of waste rock to deflation. The

analysis of processes occurring under the influence of meteorological factors on the surface of waste dumps of coal mines is done, the physical results and agroecological consequences of these processes are shown. It is established that the result of wind erosion is the dumping from the dumps of the rock with an intensity up to 157 t/ha per year, and the removal of the rock, as a result of water erosion, reaches 1200 t/ha. On the basis of generalization of scientific sources and results of own researches the scheme of development of unfavorable ecological situation on territory, adjacent to dumps has been developed. It is shown that this situation involves contamination of soils and reservoirs with heavy metals, which leads to deterioration of the quality of agricultural products, and, combined with air pollution, worsens human living conditions. The technological measures that reduce the entry of pollutants from dumps into the environment and prevent their spreading on the territory of agricultural lands are proposed.

Key words: waste rock, deflation, water erosion, pollution of the environment, ecological safety.

Solomakha I.¹, Shevchyk V.², Shevchyk O.² Ecological, coenotical and habitats characteristics of the Sliporid River valley as a perspective object of Ukrainian Emerald Network // *Agroecological journal*. — 2019. — No. 2. — P. 22–30.

¹ *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

² *Educational and Scientific Center “Institute of Biology and Medicine”*

e-mail: i_solo@ukr.net

The physical and geographical characteristics of the Sliporid River valley are presented, which represent a combination of ravine-beam systems, valleys, floodplains and various types of waters and spontaneously formed forests. The studies results showed relatively good preservation of the floodplain and loess slopes vegetation along the Sliporid river and large areas of significant representation of the natural types Emerald Network settlements here. The Emerald network habitat preservation requires the creation of special protection areas, as well as species which are entered to protected species lists (regional, state and international). The variety of ecotopes and habitats that are included in the habitats list of the Berne Convention Resolution No. 4 allows to consider this territory as a promising object of the Ukraine Emerald Network. The list of 12 Emerald habitats (C1.222, C1.32, C1.33, C2.34, C3.4, D5.2, E1.2, E2.2, F3.247, F9.1, G1.11, G1.41) and their general characteristics are given. Four plants species were identified from Resolution No. 6 of the Berne Convention (Emerald Network species): *Echium russicum*, *Iris hungarica*, *Jurinea cyanoides*, *Pulsatilla patens*, the last two species also belong to protected species by Annex I of the Berne Convention. The botanical component characteristic of the vegetation types variety and

the rare plants list of this territory are given. Thus, 9 species of plants are listed in the Red Data Book of Ukraine, 1 in the European Red List, 2 in Annex I of the Berne Convention, 4 in the Emerald Network of Ukraine. To preserve the vegetation and ensure its transformation into a natural state, it is expedient to give this territory the status of the Emerald Network of Ukraine and to develop and implement a perspective plan of this territory management.

Key words: Sliporid river valley, Emerald Network, habitats, rare plants.

Degodyuk E.¹, Litvinova E.², Yarmolenko E.³, Dmitrenko O.³ Changes in fertility of grey forest soil under systematic use of organic fertilizers in crop rotation // Agroecological journal. – 2019. – No. 2. – P. 31–35.

¹ National Scientific Centre “Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine”

² National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

³ State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine»

e-mail: blackgrampus@ukr.net

The results of researches of organic fertilizers (cattle manure, crop by-products) effect on the agrochemical indicators of grey forest soil have been gained. It was established that in the course of conducting a field experiment, a tendency towards stabilization of the soil solution in the arable soil layer to the level of 5.2, which corresponds to the gradation “weakly acid reaction of the soil solution”, was observed. Hydrolytic acidity for the application of organic fertilizers was at 1.80 mg-ek / 100 g soil. It was affirmed that applying of 30 and 60 tons of manure during the crop rotation cycle on the background of crop by-products resulted in the intensive accumulation of humus in the arable and subsurface layers of the soil 0–40 cm – up to 69.8 and 71.6 t / ha comparing to the control amount of – 48.7 t / ha, while the enrichment of humus with nitrogen stayed at the level of 12.3. Analysis of the humus distribution in the soil profile reveals descending pattern in the lower layers. The implantation of organic fertilizers facilitates the improvement of the nutrient mode of the grey forest soil and growth the amount of hydrolyzed nitrogen up to 15–22%, mobile phosphorus – to 30–57%, exchangeable potassium – to 21–51% comparing to the control (relatively 44.1; 150; 90.8 mg / kg), with no significant migration processes occurred. The analysis of the research results shows that the content of hydrolysed nitrogen, both in the control and in the considered fertilizer variants at the end of the rotation, corresponded to an equally low level of supply, while the content of mobile phosphorus was high, with an increase of 34% after the effects of manure and direct action of the straw of the predecessor. A systematic

introduction of the by-products of cultivated crops revealed a clear tendency to slightly increase (by 30–40 mg / kg of soil) the content of potassium, which compensates for its constant deficiency in the soil – on average, in the experiment its content varied within the range of 110–130 mg/kg.

Key words: humus, nitrogen, phosphorus, potassium, soil fertility, organic fertilizer system.

Parfenyuk A.¹, Turovnik Y.¹, Krout V.² Influence of root exometabolites of various sunflower hybrids on the growth and development of fungus *Alternaria alternata* (Fr.) Keiss // Agroecological journal. – 2019. – No. 2. – P. 36–41.

¹ Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

² D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NASU

e-mail: turovnikyulia@gmail.com

Phytopathogenic microorganisms – excitants of sunflower diseases are one of the major biotic factors in reducing of the biosafety of plant productions. The high allelopathic potential of plants of this culture actively influences both competitive plants and pathogenic microorganisms that colonize it. The fungi of the genus *Alternaria* Nees are dangerous phytopathogenic species that parasitize during ontogenesis on the sunflower plants and seeds. The sunflower seeds and plants affect can lead to increasing of their crop and quality losses both during plants vegetation and seeds storage. The fungi of this genus form about 70 types of myco- and phytotoxins, among which there are the dangerous for human and animal health: alternariol, alertoxin and *alternariol monomethyl* ether. The results of estimation of exometabolites influence of sunflower hybrids: Dushko, Oliver and Oscar on growth and development of *Alternaria alternata* (Fr.) Keiss. are presented. It has been established that exometabolites of different hybrids of sunflower plants can both suppress and stimulate the rate of mycelium radial growth of phytopathogenic fungi depending on the hybrid and the technology of its cultivation. The results suggest that the root exometabolites of Dushko and Oliver hybrids have a higher antifungal activity in comparison with the Oscars hybrids under the traditional plant cultivation technology. At the same time, the antifungal properties of the root exometabolites of different hybrids of sunflower plants, which have been grown by organic technology, have the ability to restrain the growth and development of mycelium fungus more closely than it is grown under traditional technology. According to the results of the research, bacteria of the genus *Micrococcus spp.*, which colonized of the *A. alternata* colonies, were identified. These bacteria have the ability to form of the stable associations with plants and can participate in their resistance to the harmful effects of phytopathogenic microorganisms, as well as are able to promote the growth and development of plants.

Key words: sunflower hybrids, exometabolites, allelopathy, phytopathogenic micromycetes, bacteria.

Chub A., Ternovyi Yu., Horodyska I., Lishchuk A. Efficiency of using biological products in the production of organic soy seeds // Agroecological journal. – 2019. – No. 2. – P. 42–49.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: anni0479@gmail.com

The results of studies of the effectiveness of biological products under the organic seed material production of soybean varieties of domestic and foreign breeding (Suzirya and Kent) are presented. The biological products from leading manufacturers of Ukraine have been used. During 2016–2018 in Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine at the Skyvra organic demonstration site of the Skyvra Experimental Station of Organic Production of the Institute of Agroecology and Environmental Management NAAS investigated the effects of biological products on the quality and quantity of soybean organic seeds: weight, similarity, germination energy, phytosanitary condition of crops and yield of 1000 seeds. The soil of the experimental field is small humus chernozem (black soil). The research techniques are generally accepted. It was established that the processing of experimental plots with various complexes of biological products provided an improvement in the quality indicators of seeds of both varieties: the mass of 1000 seeds has increased by 2.4–4.5%; the similarity and seed germination have increased by 3.4–9.8% and 3.8–5.0%. The use of biological preparations has contributed to a significant decrease in the weed infestation of soybean compared with the increased competitiveness of cultivated plants relative to segetal ones. It has been proved that complexes of biological preparations stimulated the growth and development of soybean plants and contributed to the accumulation of plant nutrients in the soil. It was noted that favorable weather conditions increased the effect of biological agents and increased their effectiveness in forming high-quality organic soybean seeds harvest. It is proved that the cultivation of soybean according to organic technology requires the use of biological products for pre-sowing treatment of soil and seeds, as well as in the process of growth and development of culture.

Key words: organic production, organic seeds, soybeans, biological products, yield, quality, weeds.

Yashchenko S., Grabovska T., Grabovskiy M., Slobodeniuk O. Efficiency of the Enteronormin application at the early stages of winter wheat ontogenesis // Agroecological journal. – 2019. – No. 2. – P. 50–54.

Bila Tserkva National Agrarian University

e-mail: yashchenkosergiy@gmail.com

The article gives results of studying the influence of the new growth regulator the symbiotic preparation Enteronormin, which includes live cultures of beneficial microorganisms of the genus *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp. and bacterias *Bacillus subtilis* spp., on the winter wheat variety Podolyanka. The plants of winter wheat were grown in vegetative pots for 30 days and different biometric indices were determined during the experiment of processing seeds, leaves and their co-treatment. The optimal concentrations of the symbiotic preparation Enteronormin for the best effect were studied. It was established that indices of germination energy of winter wheat increased after seed treatment with the symbiotic preparation Enteronormin. Increasing biometric parameters such as the number of leaves, dry weight, length and number of roots and height of winter wheat plants after co-treatment of seeds and leaves with the symbiotic preparation Enteronormin was improved. After processing seeds with a preparation the length of the shoots increased by 7.1%, root length – by 14.9–16.2%, the number of lateral roots by 13.4–14.8%, respectively. It was found that the dry weight of the roots of winter wheat plants after treatment of seeds and leaves with the preparation increased by 1.5 times. The increase in the number of leaves was observed after treatment of plants with a preparation at 15.4–17.9%. The spectrophotometry method was used to investigate the sum of chlorophylls *a + b* and their ratio *a / b* of the winter wheat plants and evaluate the effect of symbiotic preparation Enteronormin on pigment content that indirectly indicated plant productivity and resistance to adverse environmental factors. It was revealed that the coherent treatment with symbiotic preparation Enteronormin of seeds and leaves of winter wheat plants contributes to the growth of chlorophyll content in the assimilative apparatus of plants, in particular the growth of chlorophyll *b*, indicating an increase in plant resistance to adverse environmental factors.

Key words: symbiotic preparation Enteronormin, winter wheat, chlorophyll, germination energy, biometric indices.

Draga M., Kichigina O., Zatsarinna Yu., Tsybro Yu. Effect of organomineral fertilizer Viteri 8-4-5 on the growth processes of crop plants at the early stages of ontogenesis // Agroecological journal. – 2019. – No. 2. – P. 54–58.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: m_draga@hotmail.com

Under conditions of laboratory experiment, the optimal concentrations of organomineral fertilizers Viteri 8-4-5 were selected and their influence on plant growth processes of crops at the early stages of ontogenesis by morphometric indices was shown. The growth processes of 9-day seedlings of the soybean of Cordoba variety as well as the spring wheat of the

Tryzo variety, oats of Desnyansky variety, the hybrid of maize DN Vys', and the buckwheat of Ukrainka variety, grown under water culture conditions were investigated. The dilution range of the organomineral fertilizer was from 10^{-1} to 10^{-8} . Plants grown on distilled water were a control variant. The optimum concentration of the investigated preparation for influence on growth processes of seedlings of soybean and spring wheat has been revealed. For the application of organo-mineral fertilizers in concentration 10^{-2} , the length of the above-ground part of the seedlings of soybean of the Cordoba variety and spring wheat of Tryzo variety, as compared with control, increased by 29.8% and 18.4% respectively. Positive effect of the fertilizer both on the length and on the mass of the above-ground part of the seedlings of the oats of Desnyansky variety was shown on the variant with the dilution of the preparation 10^{-1} . Thus, for the effect of the preparation in this dilution, the length of the above-ground part of the seedling was 15.73 cm, and the mass was 0.080 g, which exceeded control by 15.4 and 21.2% respectively. These studies point to the prospect of further study of the effects of the application of organo-mineral fertilizer VITERI 8-4-5 on the growth processes of crops at the early stages of ontogenesis and the possibility of its use for both pre-seed treatment of seeds and for its application on sowings of agricultural crops during vegetation to optimize their technology of cultivation, including organic farming.

Key words: organic-mineral fertilizer Viteri 8-4-5, nine-day-old seedlings of crops, growth processes, morphometric indicators.

Shavrina V., Tkach E. Research of biocentric connection of economy of eastern Podill // Agroecological journal. — 2019. — No. 2. — P. 59–63.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: eco_agro@ukr.net

The analysis of the efficiency of the functioning of the studied ecological networks by α -, β -, γ -indices of the association of environmental corridors. Thus, the α -index of connectivity reflects the presence and saturation of the biocorridor network in cycles, and represents the ratio of the number of cycles that exist in the system of environmental corridors to their maximum possible number. The obtained values of the α -index: 0.09 (South-Bourgeois), 0.19 (Dniester), 0.18 (Lyadivskyy) and 0.33 (Nemiyskyy) testify to the available but not optimal number of alternative ways of migration and distribution of species from biocentres. The β -index of connectivity has been calculated for assessing the degree of development of the biocorridor network and reflects the degree of development and complexity of the network of biocorridors of the econet. For the eco-corridors under investigation, the presence of several cycles ($\beta > 1$) has been established for the β -index, but this is not an

optimum for species propagation and migration. By γ -index for South-Bug — $\gamma = 0.4$, Dniester — $\gamma = 0.5$, Lyadivskyy — $\gamma = 0.54$ ecocorridors is a characteristic weak link type, and moderate — $\gamma = 1.5$ for — Nemiyskyy. Based on the graph theory, I determined the connectedness level of environmental corridors. The indices of connectedness confirmed our anticipation that the network of eco-corridors connecting the objects of the protected ecological zones is not sufficiently developed. In order to promote balanced development of boundary territories of Vinnytsia region ecological network, in this work we suggest principles of structural and functional optimization of these territories. On the basis of the theory of graphs, the level of connection of environmental corridors is determined.

Key words: econetwork, connecting territories, natural reserve fund, biocentres.

Kyrychenko A.¹, Hrynychuk K.², Antipov I.² Effects of viruses belonging to *Potyviridae* family on functional state and photosynthetic apparatus activity of beans // Agroecological journal. — 2019. — No. 2. — P. 64–71.

¹ *D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NASU*

² *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

e-mail: blackgrampus@ukr.net

The effect of viral infection on functional state and activity of the plant photosynthetic apparatus, as well as on the metabolism of photosynthetic pigments in virus infection dynamics has been investigated. A reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR) was applied for the detection of bean yellow mosaic virus and bean common mosaic virus. Total RNA was isolated using AmpliSens Ribo-Sorb DNA/RNA extraction kit. The reverse transcription reactions were carried out using the PCR test kit AmpliSens Reverta-L-100 according to the manufacturer's protocol. Plants were mechanically inoculated by rubbing freshly extracted sap from infected plants. Fluorescence induction measurements as a mark of plant photosynthetic system activity were taken with a «Floratest» fluorometer, which makes it possible to carry out measurements in the spectral range from 670 to 800 nm. Photosynthetic pigments content was measured spectrophotometrically using an SF-46 spectrophotometer. It was shown; BCMV causes a decrease in the photosynthetic activity of beans regardless of the arrangement of leaves on the stem. In bean plants infected by BCMV, chlorophylls amount that do not participate in the photosynthetic transfer of energy to the reaction centers was increased in 1.4–2.0 times while the quantum efficiency of FS II was decreased in the 2–3 times as much as in the control. It has been established, the pigment content in infected leaves reduced significantly compared to the control plants. The chlorophyll a, b and carotenoids

content decreased to 64%, 53% and 36% of the control respectively. Such pathological changes are caused by declining of active chlorophyll content (the pigment of PS II protein complexes) and its destruction. The parameters of the CFI indicate a significant inhibition of photophysical and photochemical processes during photosynthesis, as well as a Calvin cycle interruption. The chlorophyll fluorescence method can be used for rapid screening of photosynthesis, which allows making conclusion about plant status under the virus infection in a short time period.

Key words: chlorophyll, carotenoids, chlorophyll fluorescence, bean yellow mosaic virus, bean common mosaic virus.

Lesovoy N., Chayka V., Minayilo A., Mohammed M.Z. Impoverishment of insect populations of agrolandscapes of Ukraine // *Agroecological journal*. – 2019. – No. 2. – P. 72–76.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

e-mail: Lisova106@ukr.net

The planet is experiencing the epoch of the sixth mass extinction of the biota. Of particular concern is the impoverishment of insect populations, since the latter account for about two-thirds of all biota species on the planet and are essential for maintaining the stability of ecosystems. The purpose of the work was to determine the state of populations of major insect pests in agrolandscapes of Ukraine. The evaluation of the entomophage agrocenoses was carried out with the help of faunal studies of indicator groups of species that dominated the crops and plantings of crops in the first half of the 20th century. The World Wildlife Indicator was also counted as an index of the living planet. It has been established that about 50% of insect species of agro-landscapes, which previously had the status of dominant and constant, as a result of adverse environmental factors became small, which is the first step towards their actual disappearance. This conclusion is confirmed by the analysis of the dynamics of the index of the living planet. Thus, the average number of insect populations of the dominant species of winter wheat phytophages decreased in the last 10 years at a rate of about 3% per year, indicating the processes of impoverishment of the entomological diversity of agro-landscapes in Ukraine. The results of our research are in good agreement with the literature on the global impoverishment of insect populations.

Key words: biodiversity, entomofauna, agrolandscapes, impoverishment of quantities.

Postoienco D.¹, Tarasiuk S.², Konishchuk V.¹ Ecological-genetic features of Antoninsko-Zozulenetskyi massive of Ukrainian scope breed of the course // *Agroecological journal*. – 2019. – No. 2. – P. 77–86.

¹ *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

² *Institute of Fisheries of NAAS*

e-mail: Dmytroiap@gmail.com

The basic ecological and genetic features of growing are driven to the internal reservoirs of Ukraine of perspective populations Antoninsko-Zozulenetskyi massive scope breed of the course. The morphometric estimation of scope carp of Antoninsko-Zozulenetskyi breed that gives an opportunity to establish is conducted: an investigational array is homogeneous with the stable coefficients of change ability that are important during plant-breeding work with them and answers the normative indexes of Ukrainian scope of breed of carp. On results the phenotype signs of fishes were distributed on classes, elite groups were distinguished, from them the herds of utrice were formed for conducting of plant-breeding-tribal work. The breed specific features of genetic structure are educed after distribution of allelic frequencies after the genetic- biochemistry systems. The analysis of variety of genotypes of the investigated populations at a transferrin in the cut of economies gave an opportunity to reduce specific genotypes and absence of some in theory expected, namely: TF AB, BB i DD. Specific in fish industry of “Medzhybizh” for scope carp were genotypes TF AC₂ and C₁C₂, in fish industry of «Stara Sinyava» – genotype TF C₁C₂, in fish industry of “Antoniny” – AC₂. The individuals of scope carp have an optimal level of genetic heterogeneity (55–70%). For the individuals in fish industry of “Stara Sinyava “ and “Antoniny” optimal level of genetic heterogeneity (55–65%) comparatively with fish industry of “Medzhybizh “, where this index was the greatest (71%). Reliable surplus of heterozygote is set statistically after some locus. The greatest level of heterozygosis in the investigated groups of carp is fixed after locus of TF (96.4%) in fish industry of “Medzhybizh”. Undertaken studies ground to assert about the genetic unicity of array of Antoninsko-Zozulenetskyi scope carp that assist understanding of mechanisms of support of relative constancy of gene pool and give possibility to control and keep specificity of their genetic structure. The got data about breed-specific features of genetic structure after investigational markers allow proposing corresponding changes to the plans of plant-breeding-tribal works and genetically reasonable recommendations in relation to their pedigree districting. Data are received using the genetic- biochemistry systems for differentiation and conduct of the permanent genetic monitoring of populations of scope carp. Perspective and ecological-safety of growing of carp are well-proven in the internal reservoirs of Ukraine.

Key words: ecological adaptivity, scope carp, Antoninsko-Zozulenetskyi array, genotype.

Zhukorskyi O.¹, Kryvokhyzha Ye.² Definition of toxicity detergent and disinfectant Sanimol L using infusoria *Tetrachymena pyriformis* // *Agroecological journal*. – 2019. – No. 2. – P. 86–90.

¹ *The National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

² *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

e-mail: ye.kryvokhyzha@ukr.net

The results of research of toxicity cleaning and disinfecting products for milking and dairy equipment using as bioindicator infusoria *Tetrachymena piriformis* were presented. The study was developed by us on the product Sanimol L (active ingredients: cation SAS – 4.0%, alkali – 7.0%, sodium metasilicate – 3.5%, Trilon B – 0.6%) and conducted compared with the available products on the market, in particular, CircoSuper AF (sodium hypochlorite – 4.0%, alkali – 10.0%) and Sulfohlorantin (anion SAS – 35.0%, chlororganic compounds – 36.5% and phosphates – 10.0%). The infusoria were kept in an organic medium by the method of semi-continuous cultivation at a temperature of $22 \pm 1^\circ\text{C}$ with weekly replacement part of the medium. To infusoria that located in a nutrient medium on Petri dishes added aqueous solutions of detergents and disinfectants. It was determined that all the research products (Sanimol L, CircoSuper AF and Sulfohlorantin) in 1.0% concentration results in less the number of infusoria and their activity during the first minute. At this concentration in one hour Sulfohlorantin product causes a lethal effect. With influence of CircoSuper AF and Sanimol L on infusoria, their mortality occurred after 3 hours and 24 hours, respectively. At 0.1% concentration solutions of Sanimol L product survival rate of infusoria during 1 hour exposure was similar as in control. Products CircoSuper AF and Sulfohlorantin with that same concentration and exposure caused a decrease in the survival rate of infusoria by an average of 7.0%. After 24 hours, the number of infusoria under the influence of all studied products decreased by 68.0%. With an increase exposure up to 36 hours, product Sulfohlorantin showed a lethal effect and products Sanimol L and CircoSuper AF caused 73.0% infusoria mortality. After 48 hours, the infusoria mortality under the influence of these products was on average 90.0%. Within 56 hours, the products Sanimol L and CircoSuper AF showed a lethal effect. The toxicity product Sanimol L at exposure 24 hours was lower by 5.0% and 35.0% compared with the products CircoSuper AF and Sulfohlorantin. Toxicological studies on infusoria indicate that Sanimol L is a prospective ecologically safe product and it can be used in dairy cattle breeding for improvement ecological situation in areas of intensive production.

Key words: detergent disinfectant, toxicity, infusoria, sanitary processing, milking equipment.

Derevianko S., Reshotko L., Dmytruk O., Vasylchenko A. Establishment of metal-containing nanoparticles toxicity using cell culture and mice // *Agroecological journal*. – 2019. – No. 2. – P. 91–95.

Institute of Agricultural Microbiology and Agro-industrial production of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

e-mail: biopreparat@i.ua

We conducted experiments to determine the toxicity, shape and size of nanoparticles. As the result of the study it has been established that all metal nanoparticles have had a spherical shape and their size have varied from 10 to 60 nm. Bentonite nanoparticles can be either irregular with size from 40 to 60 nm or needle-shaped with size from 40 to 500 nm. Threshold level value for continuous cell line SKECL (swine kidney embryo cell line) for bentonite was 500 mcg/cm^3 , Al_2O_3 , CeO_2 – 100 mcg/cm^3 , Ni – 50 mcg/cm^3 , V – 25 mcg/cm^3 , Al – 20 mcg/cm^3 , Ti – 12.5 mcg/cm^3 , Zn and Co – 5 mcg/cm^3 , Ce – 0.1 mcg/cm^3 . The acute toxicity of metal nanoparticles towards white out-breed mice has been studied according to OECD Guideline 425 for the Testing of Chemicals (Limit Test). It has been established that all nanoparticles are safe for white out-breed mice in concentration of 2000 mg/kg. Consequently, they can be used for further study of antiviral properties, which is a necessary stage in the development of antiviral preparation.

Key words: metal-containing nanoparticles, cytotoxicity, threshold level value, cell culture, acute toxicity.

Shevchenko T. Ecological and economic effectiveness of measures of invasive species-introducers control // *Agroecological journal*. – 2019. – No. 2. – P. 96–100.

Experimental Station of Medicinal Plants Institute of Institute of Agroecology and Environmental Management National Academy of Sciences of Ukraine

e-mail: tshevchenko367@ukr.net

The results of many years of research on the monitoring of invasive species-introducers and tested measures for their control are presented. It has been established that in the one-year-old colonies, the use of mechanical cutting or one-time use of the recommended herbicides is effective. When mechanical cutting of localized locations of root-epidemic introduces for the complete eradication of species during the growing season, it is advisable to carry out three-, four-time mowing of the above-ground mass. On small areas of land, the digestion of rhizomes is effective. In colonies of perennials, the one-time application of herbicide with a minimum rate of expenditure on colonies of perennials, in particular oxybafus of a flower, promotes the suppression of growth and development of plants, which manifests itself in the formation of generative shoots. To eradicate the colonies completely, it is necessary to re-treat or increase the rate of herbicide consumption. It is expedient to use the complex of measures - biological, chemical and agrotechnical to control the spread of root and plant plants. Among

the ecologically effective and economically feasible proven control measures, in particular for the Syriac wafer, it is necessary to distinguish the treatment of plants during vegetation with a mixture of herbs Titus and Mushket – the costs for this measure of control are 370 UAH / ha, which is cheaper than the three-fold mowing of the above-ground part by 4.6 times. The first treatment with a tank mixture of the locality

of invasive species-introducers should be carried out in the formation phase of 2–7 pairs of leaves. After repeated plant regeneration, it is necessary to repeat the treatment without using mechanical means of soil cultivation in order not to stimulate the development of new shoots from crushed or damaged rhizomes.

Key words: naturalization, invasive-dangerous introduces, measures of control

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Антіпов Ігор Олександрович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: antigav@rambler.ru

Васильченко Анатолій Володимирович, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, e-mail: top.leader.number.1@gmail.com

Гордиська Інна Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: anni0479@gmail.com

Грабовська Тетяна Олександрівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, e-mail: grabovskatatiana@gmail.com

Грабовський Микола Борисович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, e-mail: nikgr1977@gmail.com

Гринчук Катерина Валеріївна, кандидат біологічних наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: blackgrampus@ukr.net

Дегодюк Едуард Григорович, доктор сільськогосподарських наук, професор, ННЦ «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Київська обл., e-mail: s.degodyuk@ukr.net

Дерев'яно Станіслав Васильович, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, e-mail: biopreparat@i.ua

Дмитренко Ольга Василівна, кандидат сільськогосподарських наук, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», смт Чабани, Київська обл., e-mail: ecolab23071964@ukr.net

Дмитрук Оксана Олександрівна, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, e-mail: oks.dmytruk@gmail.com

Драга Мар'яна Василівна, кандидат біологічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: m_draga@hotmail.com

Жукорський Остап Мирославович, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, Національна академія аграрних наук України, м. Київ, e-mail: o_zhukorskiy@ukr.net

Зацарінна Юлія Олександрівна, кандидат біологічних наук, Інститут агроєкології і природоко-

ристування НААН, м. Київ, e-mail: agroecology_naan@ukr.net

Зубов Антон Олексійович, кандидат технічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: azubov.work@gmail.com

Кириченко Ангеліна Миколаївна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, e-mail: kirangel.07@meta.ua

Кічігіна Ольга Олександрівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: agroecology_naan@ukr.net

Коніщук Василь Васильович, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: konishchuk_yasyl@ukr.net

Кривохижа Євген Михайлович, кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: ye.kryvokhyzha@ukr.net

Круть Володимир Валерійович, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, e-mail: krout.vol@gmail.com

Лісовий Микола Михайлович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: Lisova106@ukr.net

Літвінова Олена Анатоліївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: litvinova19@ukr.net

Ліщук Алла Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: lishchuk.alla.n@gmail.com

Міняйло Анатолій Анатолійович, кандидат сільськогосподарських наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: m.anatoliy@ukr.net

Моклячук Лідія Іванівна, доктор сільськогосподарських наук, професор, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: moklyachuk@ukr.net

Мухаммед Махмуд Зана, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: V_chayka@mail.ru

Парфенюк Алла Іванівна, доктор біологічних наук, професор, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: vereskpar@ukr.net

Постоєнко Дмитро Миколайович, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: Dmytroiap@gmail.com

Решотько Леонід Миколайович, кандидат біологічних наук, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, e-mail: volkova1212@ukr.net

Романова Світлана Адольфівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, e-mail: romanowa@iogu.gov.ua

Слободенюк Оксана Іванівна, кандидат біологічних наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, e-mail: oksana_sl@ukr.net

Соломаха Ігор Володимирович, кандидат біологічних наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: i_solo@ukr.net

Тарасюк Сергій Іванович, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ, e-mail: Tarasjuk@ukr.net

Терновий Юрій Вікторович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Сквирська дослідна станція органічного виробництва Інституту агроекології і природокористування НААН, м. Сквиря, Київська обл., e-mail: ternowoj@i.ua

Ткач Євгенія Дмитрівна, кандидат біологічних наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: bio_eco@ukr.net

Туровнік Юлія Анатоліївна, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: turovnikyia@gmail.com

Цибро Юлія Анатоліївна, Інститут агроекології і природокористування НААН, e-mail: agroecology_naan@ukr.net

Чайка Володимир Миколайович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: V_chayka@mail.ru

Чуб Артем Олександрович, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: artemchub@gmail.com

Шавріна Віра Ігорівна, кандидат біологічних наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: eco_agro@ukr.net

Шевченко Тетяна Леонідівна, Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування НААН, с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., e-mail: tshevchenko367@ukr.net

Шевчик Василь Леонідович, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, ННЦ «Інститут біології та медицини» КНУ імені Тараса Шевченка, м. Київ, e-mail: shewol@ukr.net

Шевчик Оксана Володимирівна, ННЦ «Інститут біології та медицини» КНУ імені Тараса Шевченка, м. Київ, e-mail: oxanankitchuk@ukr.net

Ярмоленко Євгеній Васильович, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, e-mail: kiev@iogu.gov.ua

Яцук Ігор Петрович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, e-mail: info@iogu.gov.ua

Ященко Сергій Андрійович, кандидат сільськогосподарських наук, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, e-mail: yashchenkosergiy@gmail.com