

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

# АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ



**4•2018**

---

Виходить чотири рази на рік

## ЗАСНОВНИКИ

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

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

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

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

*Журнал включено до міжнародних інформаційних та наукометричних баз:  
Research Bib Journal Database (Японія)  
РИНЦ (Російська Федерація)  
Index Copernicus (Республіка Польща)  
Google Scholar (США)  
Ulrich's Periodicals Directory (США)*

Пристатейний список літератури продубльовано відповідно до вимог міжнародних систем транслітерації (зокрема, наукометричної бази SCOPUS)

Редколегія не завжди поділяє думки авторів статей

**Журнал друкується і поширюється через мережу Інтернет  
за рішенням вченої ради Інституту агроекології і природокористування НААН  
(протокол № 10 від 14.XI.2018 р.)**

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

---

---

Підписано до друку 18.11.2018 р. Формат 70×100/16. Друк офсетний.  
Ум. друк. арк. 9,35. Наклад 250 прим. Зам. № АЕ-04–18.

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

---

---

# АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

---

---

4 • 2018



КИЇВ • 2018

## EDITORIAL BOARD

### Editor-in-chief

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

### Executive Secretary

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

### Output editor

**RYZHYKOVA L.**

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

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

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

Відповідальний секретар

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

Відповідальний редактор

**РИЖИКОВА Л.Г.**

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

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
ЕКОЛОГІЇ**

**Коніщук В.В., Єгорова Т.М.**  
Агроекологічне районування України

**РАЦІОНАЛЬНЕ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО  
ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**

**Фурдичко О.І., Новицький В.П.**  
Еколого-географічні особливості впливу територіальних угруповань вовка (*Canis lupus* L.) на фонові види оленевих (*Cervidae*)

**АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ  
МОНІТОРИНГ**

**Чоботко Г.М., Ландін В.П.,  
Ясковець І.І., Райчук Л.А.,  
Швиденко І.К.**  
Радіологічно критичні екосистеми та їх роль у формуванні забруднення сільськогосподарської продукції

**Паламарчук Р.П., Трембіцька О.І.,  
Клименко Т.В., Федорчук С.В.,  
Лісовий М.М.**  
Радіоекологічний стан ґрунтів сільськогосподарських угідь Житомирської області

**Літвінова О.А., Дмитренко О.В.,  
Ковальова С.П.**  
Динаміка вмісту мікроелементів і важких металів у сірому лісовому ґрунті за тривалого застосування добрив у сівозміні

**ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ  
АГРОТЕХНОЛОГІЇ**

**Терновий Ю.В., Гавлюк В.В.,  
Парфенюк А.І.**  
Мікробіота ризосфери рослин гороху за впливу різних технологій вирощування культури

**TOPICAL PROBLEMS  
OF ECOLOGY**

6 **Konishchuk V., Yehorova T.**  
Agroecological zoning of Ukraine

**RATIONAL  
NATURAL MANAGEMENT  
AND PROTECTION  
OF ENVIRONMENT**

23 **Furdychko O., Novytskyi V.**  
Environmental and geographic features of the influence of wolf groups (*Canis lupus* L.) on background types of deer (*Cervidae*)

**AGROECOLOGICAL  
MONITORING**

29 **Chobotko G., Landin V.,  
Yaskovets I., Raichuk L.,  
Shvydenko I.**  
Radioecologically critical ecosystems and their role in contamination of agricultural production

36 **Palamarchuk R., Trembitskaya O.,  
Klimenko T., Fedorchuk S.,  
Lesovoy N.**  
Radioecological state of the soil layer of arable lands in Zhytomyr region

43 **Litvinova O., Dmitrenko O.,  
Kovaliova S.**  
The dynamics of trace elements and heavy metals content in the soil profile of gray forest soil under the long-term use of fertilizers in crop rotation

**ENVIRONMENTALLY SAFE  
AGROTECHNOLOGIES**

50 **Ternovyi Yu., Havliuk V.,  
Parfeniuk A.**  
Microbiota of rhizosphere of peas under the influence of various technologies of crop cultivating

**Тарасюк С.І., Коніщук В.В.,  
Постоецько Д.М.**

Еколого-генетичні особливості популяції української Антонінсько-Зозулинецької лускатої породи коропа (*Cyprinus carpio* L.)

**ЕКОЛОГІЯ ТВАРИННИЦТВА**

**Піскун В.І., Осипенко Т.Л.,  
Сікун М.В.**

Оцінка технологій виробництва молока за викидами парникових газів

**Савчук І.М., Мельничук О.П.,  
Степаненко В.М.**

Уміст важких металів у свинині за використання в раціонах тритикале

**Жукорський О.М., Кривохижа Є.М.,  
Осадчук В.Д.**

Фітотоксична дія лужного мийно-дезінфікувального засобу СанімоЛ

**БІОРИЗНОМАНІТТЯ ТА  
БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ**

**Бородай В.В., Парфенюк А.І.**

Поширеність та розвиток основних хвороб картоплі (*Solanum tuberosum* L.) в Україні

**Бунас А.А.**

Моніторинг і виділення діазотрофів із біоценозів різних ґрунтово-кліматичних зон України

**СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО**

**Гуменюк І.І.**

Реологічні властивості ізолятів бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium*

**Марткоплішвілі М.М.**

Ідентифікація потоків азоту у сільському господарстві

**ЮБІЛЕЙ**

А.П. Стаднику – 70

**59 Tarasiuk S., Konishchuk V.,  
Postoienko D.**

Ecological and genetic features of the Ukrainian Antoninsko-Zozulinetsky species of scaly carp (*Cyprinus carpio* L.) population

**BIOLOGY OF ANIMAL HUSBANDRY**

**68 Piskun V., Osypenko T.,  
Sikun M.**

Milk technology assessment based on greenhouse gas emissions

**72 Savchuk I., Melnichuk A.,  
Stepanenko V.**

Heavy metal content in pork under using triticale in rations

**78 Zhukorskyi O., Kryvokhyzha Ye.,  
Osadchuk V.**

The study of the phytotoxic effects of alkaline detergent and disinfectant Sanimol L

**BIODIVERSITY AND BIOSAFETY OF  
ECOSYSTEMS**

**82 Boroday V., Parfenyuk A.**

The prevalence and development of the main potato (*Solanum tuberosum* L.) diseases in Ukraine

**88 Bunas A.**

Monitoring and detection of diazotrophs from biocenosis of different soil and climate zones of Ukraine

**YOUNG SCIENTIST'S PAGE**

**93 Gumeniuk I.**

Rheological features of isolates of *Bradyrhizobium* nodule bacteria

**99 Martkoplshvili M.**

Identification of nitrogen flows in agriculture

**JUBILEE**

104 A. Stadnyk – 70

## АГРОЕКОЛОГІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ УКРАЇНИ

В.В. Коніщук, Т.М. Єгорова

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Уперше представлено карту агроекологічного районування України. З огляду на дані щодо загальних фізико-географічних умов, про типи ґрунтів, гідротермічний коефіцієнт Селянінова, рівень зволоження території, агроекологічні ризики, стихійні явища, забруднення, основну сільськогосподарську спеціалізацію виробництва, виділено 7 зон, 10 підзон, 38 областей, 100 агроекологічних районів. Залежно від ступеня інтенсивності прояву ризиків, екологічних особливостей, проведено зонування до рівня районів, які виділено за характерними ґрунтами, рослинністю, однорідністю забруднення, спеціалізацією, природозаповіданням. З'ясовано, що актуальними агроекологічними проблемами для значних територій є радіаційне і техногенне забруднення, площинна і яружна ерозія, засолення, заболочення і підтоплення, дефляція, карст, зсуви, просідання лесових порід тощо. Розміри та контури районів є неоднорідними, найбільша фрагментація спостерігається у Карпатах і Криму, значні площі з однорідними умовами є більш типовими для Центрального і Східного Лісостепу, Правобережного і Лівобережного Степу. Для більшості районів рекомендовано вирощування зернових, бобових, технічних культур, а також овочівництво, садівництво, м'ясо-молочне скотарство, свинарство, птахівництво, рибориство, агротуризм. Обґрунтовано, що агроекологічне районування сприятиме ефективному екобезпечному агровиробництву.*

**Ключові слова:** агроекологія, зона, підзона, область, район, картування.

---

З метою оптимізації ведення сільського господарства, а також для фундаментальних наукових основ дослідження закономірностей розвитку, охорони екосистем, рівня біогеоценозів, агроландшафтів із врахуванням екологічних чинників, показників забруднення, безумовно, першочерговим завданням є агроекологічне районування. Важливою умовою районування земель є врахування переходу від антропоцентричної до екоцентричної концепції аграрного виробництва. Принципи такого виробництва потребують оцінювання співвідношень між використанням природного ресурсу та рівнем його відновлюваності, збалансованості техногенних і природних потоків речовини, енергії, інформації, вивчення природно-антропогенних процесів формування фізико-хімічного режиму агроекосистем.

Районування — системний процес упорядкування просторово-суміжних геосис-

тем, подібних за встановленими критеріями, в індивідуальні територіальні одиниці різних рангів. Кожна таксономічна категорія є ланкою ієрархічної системи їх класифікації. Залежно від рівня ієрархії, для районування вибираються різні класифікаційні ознаки. Районування територій є загальнонауковим підходом до типології і класифікації природних об'єктів, який надає можливість обґрунтовано застосувати метод аналогій під час перенесення результатів агроекологічних досліджень з одних територій на інші. На жаль, досі не було здійснено агроекологічного районування України.

Загальнонауковим проблемам збалансованого, оптимально екобезпечного управління агроландшафтами, оптимізації сівозмін та меліорації земель на сільськогосподарських угіддях території України, інших країн присвячено роботи О.І. Фурдичка, О.Г. Тараріка, М.К. Чертка, В.О. Баранова, Г.І. Лисанова, Г.М. Приходського, Л.В. Петрової та інших науковців; з метою



їх розв'язання укладено мапу геологічних особливостей ландшафтів [1, 2]. Питання ландшафтної обґрунтування у сільському господарстві розглядалися багатьма вченими (Ф.Н. Мильков, А.Г. Исаченко, В.А. Николаев, П.Г. Шищенко, Г.И. Швебс, В.Н. Солнцев, В.Б. Сочава) [1, 3–8], але агроландшафтний підхід досі не є провідним для землевпорядкування, землеробства, сільськогосподарського виробництва та охорони земель. У цьому контексті слід згадати напрацювання в агроландшафтному районуванні (Швебс, Шищенко, 1990; Пилипенко, 1993, 1996); агротипологічне районування орних земель (Соломаха, Костильов, Шеляг-Сосонко, 1992); природно-сільськогосподарське районування України (Мартін, 2015); переглянуте і уточнене геоботанічне районування України (Дідух, Шеляг-Сосонко, 2003), фізико-географічне районування (Маринич, 2003), розроблено регіональні типи ландшафтно-геохімічного, еколого-геохімічного і біогеохімічного районування території України (Єгорова, 2001–2013) [1, 3–6, 9–11].

Існуючі підходи до агроекологічного районування найчастіше не висвітлюють питання ефективності їх господарського використання, аби запобігти тим екологічним проблемам, які знижують родючість ґрунтів і врожайність сільськогосподарських культур, спричиняють ерозію ґрунтів. Тому існує потреба в наукових розробках із підвищення вмісту гумусу, зі зниження забруднення ґрунту важкими металами і пестицидами. У природно-сільськогосподарському районуванні [5] враховується біологічна продуктивність земель, що визначається максимальною врожайністю за оптимальних ґрунтових, кліматично-погодних умов і технологічних прийомів обробітку земель (у т.ч. культивування, зрошення, внесення добрив, пестицидів), тобто районування здійснюється на певний момент розвитку сільського господарства і стану земельних ділянок. Агроекологічне районування якісно відрізняється врахуванням екологічних чинників, якісного фізико-хімічного складу біогеоценозів, наявністю полутантів та, основне, —

не розглядає агроугіддя як константні системи (вони динамічно можуть оновлюватись), що дає можливість впливати на господарсько-адміністративні рішення, природоохоронні, рекультиваційні, реабілітаційні заходи.

Під територіальною одиницею агроекологічного районування більшість дослідників розуміють агроландшафт, поняття якого різниться за територією поширення, структурою господарського використання і співвідношенням природно-антропогенних процесів функціонування. Відсутність єдиної думки про агроландшафт спричинено, в основному, антропоцентричними засадами його дослідження і екологічної оцінки, що спрямовується на інтенсифікацію виробництва сировини для харчування населення. Здійснення агроекологічного районування на екоцентричних засадах із застосуванням біогеоцентричних підходів потребує абстрагування від потреб, показників росту виробництва деяких сільськогосподарських фітокультур і тварин, натомість класифікації природних процесів, характерних для певного агроландшафту, розгляду питань екобезпеки.

Метою роботи було наукове обґрунтування і укладання карти агроекологічного районування України: цільового агроекологічного районування території із визначення територіальних особливостей поширення комплексу основних екологічних проблем, що сприятиме оптимальному, раціональному природокористуванню.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методика агроекологічного районування територій налічує чотири послідовних закономірних етапи [1]:

**Перший етап** полягає у типологічній класифікації структури і природно-антропогенних процесів функціонування агроландшафтів. Його основним завданням є визначення і введення до класифікації екологічних параметрів кожної із таксономічних категорій. Найменшою одиницею типологічної класифікації є агроландшафт, який розглядається як територія із

однорідною топічною структурою, певним функціональним використанням та особливостями агроекологічних процесів.

**Другий етап** визначає створення інформаційної бази картографічних і аналітичних даних для території досліджень. Просторовою основою інформаційної бази слугують елементарні територіальні одиниці, якими є певні агроландшафти або їх складові, позначені індексами або комплексним описом. Складові дані мають формуватися на параметричних і непараметричних атрибутах компонентів агроландшафтів. До розширеного переліку компонентів агроландшафтів можуть входити продукти рослинництва і тваринництва, агроценози, біотичні об'єкти свійської худоби і птиці, генетичні ґрунтові горизонти, ґрунтоутворювальні породи, поверхневі та підземні води, природні фітоценози, біотичні об'єкти та здоров'я населення.

**Третій етап** полягає у виборі (розробці) та розрахунках кількісно-якісних параметрів і критеріїв досліджуваних агроекологічних процесів. Зміст цього етапу обумовлює особливості інформаційної бази даних і варіює відповідно до завдань досліджень. Параметри та критерії отримують як для компонентів агроландшафтів, так і для технологій аграрного виробництва.

**Четвертий етап** за змістом відображає досягнення поставленої мети районування — як загальнонаукового, так і цільового. Кінцевим етапом районування є створення статистичних або графічних моделей структури і функціонування агроландшафтів дослідженої території, у т.ч. прогноз її розвитку. Такими є статистичні рівняння, фізичні моделі, карти та схеми.

Відповідно до розроблених нами принципів цільового агроекологічного районування, проаналізовано поширення у межах фізико-географічних областей чотирьох груп чинників [1, 2]. Перша група — ландшафтно-геохімічні чинники: співвідношення процесів геохімічної міграції поживних хімічних елементів, біогеохімічний дисбаланс мікроелементів та специфічні компоненти підстильних гірських порід. Друга група — ерозія орних земель: розораність

територій, їх еродованість та втрати орного шару. Третя група — агрохімічний стан ґрунтів: забруднення пестицидами і важкими металами. Четверта група — гідроекологічні особливості вод: забруднення підземних вод пестицидами, зміни мінералізації і каламутність поверхневих вод, хімічне забруднення поверхневих вод. Регіональний аналіз указаних параметрів базується на матеріалах екологічного, біогеохімічного, мінералогічного і гідрохімічного стану території України [2, 3, 9–11]. Кожен із параметрів проаналізовано та ранжовано відповідно до його екологічної небезпеки для орних земель та якості сільськогосподарської продукції. Кількісною оцінкою комплексного впливу групи чинників на агроекологічний стан території є мультиплікативний показник, що дорівнює добутку якісно-кількісних значень параметрів у межах певної групи чинників (Му, умовних од.).

Узагальнено монокомпонентні та мультиплікативні значення агроекологічних параметрів для територій 7-ми зон і 19-ти провінцій природно-сільськогосподарського районування України [5], які певною мірою співпадають із територіями фізико-географічних зон і областей [7, 8] та агроекологічних зон і підзон.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Наразі актуальність агроекологічних досліджень значною мірою обумовлено особливостями регіональних екологічних проблем на землях сільськогосподарського призначення. Водночас традиційний масштаб цих досліджень — детальний, за якого точкові дані інтерпретуються, у кращому разі, для певного аграрного підприємства, а у гіршому — для підприємств аналогічного спрямування незалежно від місць їх розташування. Тому агроекологічне районування надає можливість забезпечити просторову трансформацію агроекологічних дослідів на інші території та регіони із урахуванням не лише технологій сільськогосподарського виробництва, а й екологічних чинників розвитку рослинництва, тваринництва.

З огляду на різномірний характер узагальнення параметрів агроекологічного стану земель, під час їх ранжирування застосовано принцип зростання рівня еко-

логічної небезпеки і зниження якості сільськогосподарської продукції у діапазоні кожного із параметрів (табл. 1).

Таблиця 1

**Параметри регіонального комплексного агроекологічного оцінювання сільськогосподарських земель та ранжирування рівнів їх небезпеки**

Група агро-екологічних чинників	Параметри регіонального агроекологічного аналізу	Діапазон ранжируваних значень параметрів для території агроекологічних областей України	Рівні комплексної агроекологічної небезпеки групи чинників (Му, умовних од.)		
			низький	середній	високий
Ландшафтно-геохімічні чинники	співвідношення процесів екзогенної геохімічної міграції поживних хімічних елементів	1 бал – розсіювання (кислі класи міграції, H <sup>+</sup> ); 7 балів – концентрація (кальцій-натрієві класи міграції, Ca <sup>2+</sup> – Na <sup>+</sup> )	3–30	31–100	101–210
	біогеохімічний дисбаланс поживних мікроелементів	1 бал – баланс Мо, Со, Мп, Zn; 8 балів – нестача Мо, Со, Мп та надлишок Zn			
	збагачення підстильних гірських порід специфічними елементами	1 бал – поживні мікро- і макроелементи (P, Zn, Cu); 8 балів – відсутнє			
Ерозія орних земель	розораність територій	20–90%	60–14000	15000–10000	10800–21600
	еродованість орних земель	1–90%			
	втрати орного шару	1–30 т/га			
Агрохімічний стан ґрунтів	забруднення ґрунтів пестицидами	1 бал – малозабруднені; 7 балів – малозабруднені із плямами сильнозабруднених	1–4	5–9	10–20
	забруднення ґрунтів важкими металами	1 бал – відсутнє; 5 балів – забруднено понад 60% площі			
Гідроекологічні особливості вод	каламутність поверхневих вод	2–500 г/дм <sup>3</sup>	60–3000	4000–15000	16000–32000
	забруднення підземних вод пестицидами	1 бал – відсутнє; 7 балів – забруднено 30–50% площі			
	хімічне забруднення поверхневих вод	1 бал – відсутнє перевищення ГДК; 5 балів – зафіксовано перевищення ГДК макрокомпонентів, сполук азоту і важких металів			
	зміни мінералізації поверхневих вод	1 бал – без змін; 8 балів – збільшення рівня мінералізації			

На основі розрахунків комплексної агроекологічної небезпеки територій агроекологічних областей нами узагальнено їх особливості для територій зон і підзон України на рівні інтервалу значень мультиплікативного коефіцієнта кожної групи параметрів. Отримані цифри є підставою для розуміння сформованих регіональних особливостей земель сільськогосподарського призначення та визначення територій найбільшої агроекологічної небезпеки за відповідною групою параметрів (табл. 2).

Зважаючи на загальні фізико-географічні умови, типи ґрунтів, гідротермічний коефіцієнт Селянінова (співвідношення суми опадів за сталий період з температурою повітря вищою за  $+10^{\circ}\text{C}$  і суми позитивних

температур за цей самий період зменшено в 10 разів), рівень зволоження території (річний кліматичний водний баланс, у мм:  $>50$  – надмірно волога,  $50-(-50)$  – волога,  $-50-(-150)$  – недостатньо волога,  $-150-(-300)$  – посушлива,  $-300-(-450)$  – суха,  $<-450$  – дуже суха територія), агроекологічні ризики, стихійні явища, забруднення, основну сільськогосподарську спеціалізацію виробництва [3, 4, 7, 8, 12], нами виділено 7 зон, 10 підзон, 38 областей, 100 агроекологічних районів (рис. 1, 2). У назвах використано автентичні, природні (географічні) назви територій, регіонів. Характеристики районів наведено за ступенем поширення і основної специфіки показників.

Таблиця 2

**Рівні комплексної агроекологічної небезпеки областей у межах територій зон і підзон**

Агро-екологічна зона	Агроекологічна підзона	Діапазон переважаючих рівнів комплексної агроекологічної небезпеки для територій областей (Му, умовних од.)			
		Ландшафтно-геохімічні чинники	Ерозія орних земель	Агрохімічний стан ґрунтів	Гідроекологічні особливості вод
Полісся	Правобережне Полісся	30–90	60–18000	2–20	60–1800
	Лівобережне Полісся	10–75	120	2–12	1440–2400
Лісостеп	Західний Лісостеп	32–80	42000–126000	2–12	1440–2400
	Центральний Лісостеп	105–140	24000–96000	2–18	2000–14400
	Східний Лісостеп	20–32	14000–84000	6–16	2400–4800
Степ	Правобережний Степ	48–108	96000–216000	4–9	18000–28000
	Лівобережний Степ	3–126	108000–216000	3–12	10800–40000
	Південний Степ	35	32000	2–14	30000
	Сухий Степ	28	240	1–7	16800
	Кримський Степ	12–14	8000–36000	1–5	3000–21000
Закарпаття	Закарпатська низовина	56–84	3600–12000	3	15000
Карпатські гори і Прикарпаття	–	24	3600	2	6000
Кримські гори	Кримське передгір'я і Кримське гірське пасмо	32–96	2400	3–4	10000



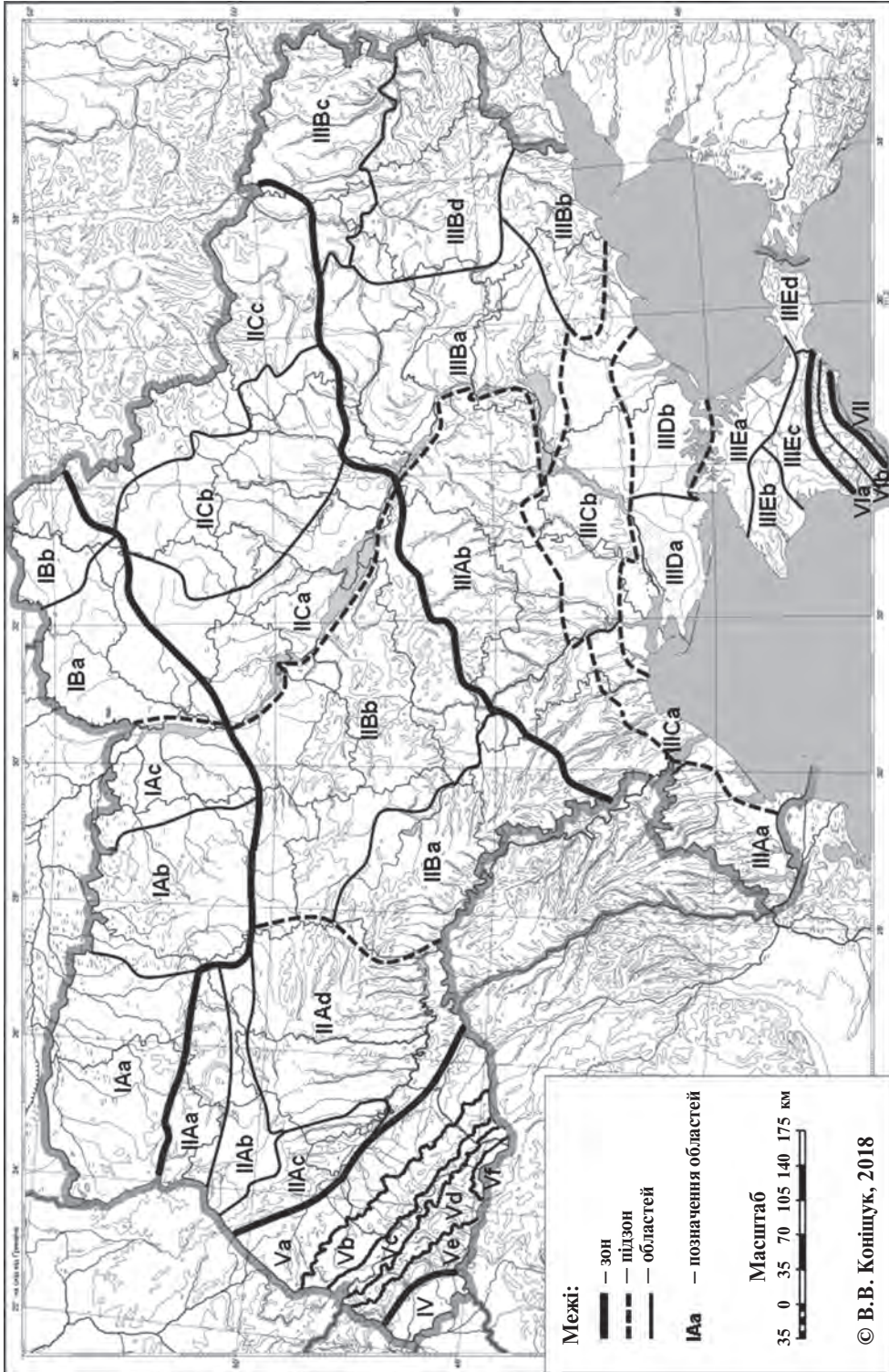


Рис. 1. Карта агроекологічного районування України (зони, підзони, області)



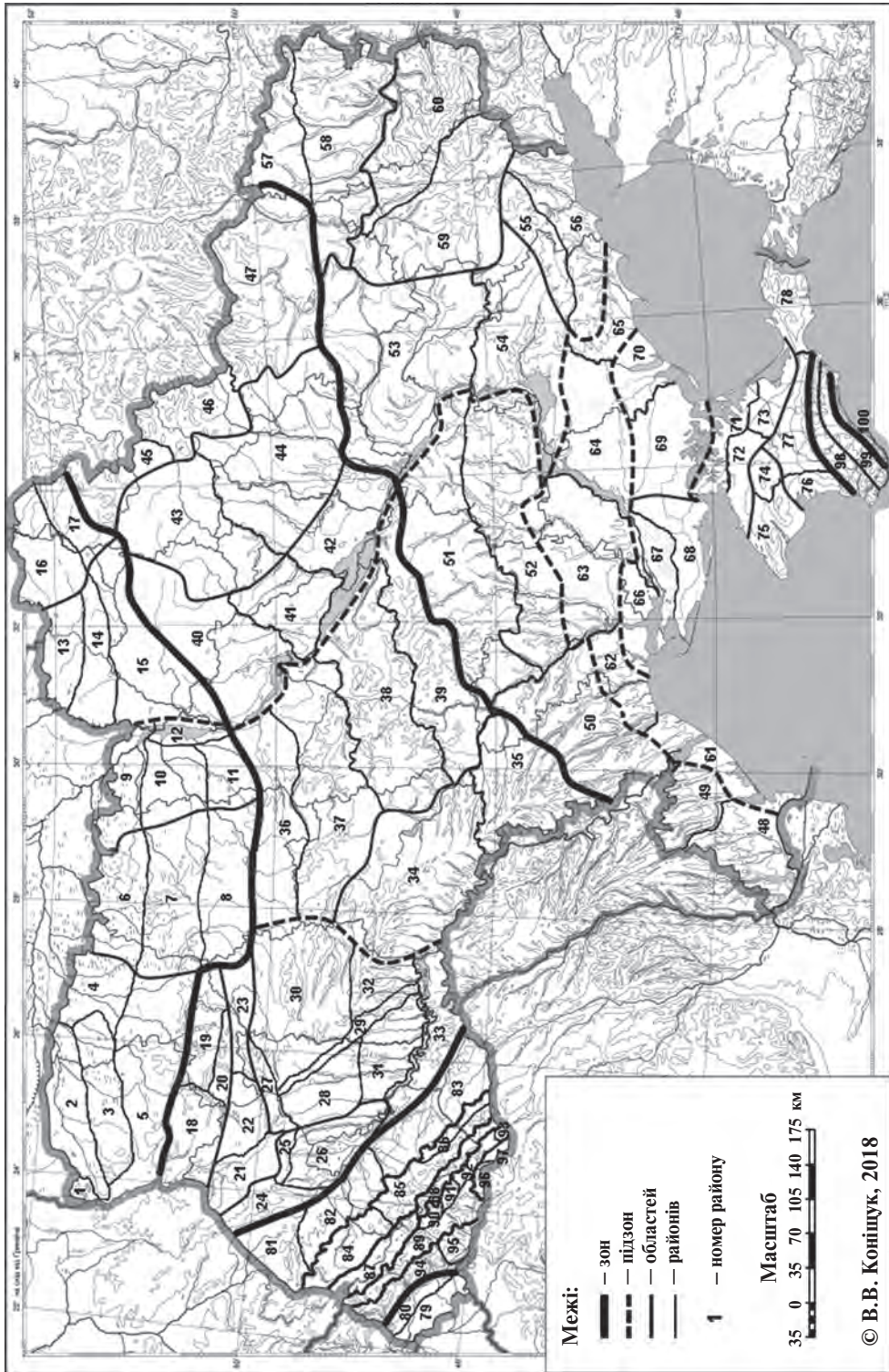


Рис. 2. Карта агроекологічного районування України (райони)

**Легенда до карт (рис. 1, 2) агроекологічного районування України (зони, підзони, області, райони).**

**Зона:** ПОЛІССЯ. **Підзони:** ІА – Правобережне Полісся, ІВ – Лівобережне Полісся. **Області, райони:** ІАа – Західне Полісся: 1 – Шацько-Поозерний, 2 – Верхньо-Прип'ятський, 3 – Центрально-Західно-Поліський, 4 – Нижньо-Горинський, 5 – Південно-Західно-Поліський; ІАб – Центральне Полісся: 6 – Словечансько-Овруцький, 7 – Центральне-Поліський, 8 – Південно-Центральне-Поліський; ІАс – Придніпровське Полісся: 9 – Чорнобильський, 10 – Тетерівський, 11 – Верхньо-Ірпінський, 12 – Придніпровський; ІВа – Східне Полісся: 13 – Північно-Східно-Поліський, 14 – Центральне-Східно-Поліський, 15 – Деснянський; ІВб – Північно-Східне Полісся: 16 – Північно-Східно-Поліський, 17 – Івотський.

**Зона:** ЛІСОСТЕП. **Підзони:** ІІА – Західний Лісостеп, ІІВ – Центральний Лісостеп, ІІС – Східний Лісостеп; **Області, райони:** ІІАа – Волинська височина: 18 – Західно-Волинський, 19 – Східно-Волинський, 20 – Повчансько-Мізоцький; ІІАб – Мале Полісся: 21 – Західно-Бузький, 22 – Верхньо-Стирський, 23 – Мало-Поліський; ІІАс – Розточчя і Опілля: 24 – Розтоцький, 25 – Гологірський, 26 – Опільсько-Подільський; ІІАд – Північно-Західна Подільська височина: 27 – Вороняцько-Кременецький, 28 – Західно-Подільський, 29 – Товтровий, 30 – Північно-Подільський, 31 – Нижньо-Серетський, 32 – Центральне-Подільський, 33 – Дністровсько-Хотинський; ІІВа – Південно-Східна Подільська височина: 34 – Східно-Подільський, 35 – Південно-Подільський; ІІВб – Придніпровська височина: 36 – Північно-Правобережно-Придніпровський, 37 – Північно-Центральний-Правобережно-Придніпровський, 38 – Центральне-Правобережно-Придніпровський, 39 – Південно-Правобережно-Придніпровський; ІІСа – Придніпровська низовина: 40 – Північно-Лівобережно-Придніпровський, 41 – Центральне-Лівобережно-Придніпровський, 42 – Південно-Лівобережно-При-

дніпровський; ІІСб – Полтавська рівнина: 43 – Північно-Полтавський, 44 – Південно-Полтавський; ІІСс – Середньоруська височина: 45 – Верхньо-Сеймський, 46 – Верхньо-Псельський, 47 – Верхньо-Сіверсько-Донецький.

**Зона:** СТЕП. **Підзони:** ІІІА – Правобережний Степ, ІІІВ – Лівобережний Степ, ІІІС – Південний Степ, ІІІД – Сухий Степ, ІІІЕ – Кримський Степ. **Області, райони:** ІІІАа – Дунай-Дністерський Степ: 48 – Придунайський, 49 – Правобережно-Нижньо-Дністерський; ІІІАб – Північно-Західний Степ: 50 – Дністерсько-Південно-Бузький, 51 – Північно-Західний лучно-степовий, 52 – Північно-Західний різнотравно-ковиловий; ІІІВа – Орільсько-Самарська низовина: 53 – Орільсько-Самарський, 54 – Запорізький; ІІІВб – Приазов'я: 55 – Північно-Приазовський, 56 – Південно-Приазовський; ІІІВс – Північно-Східний Степ: 57 – Північно-Східно-Степовий, 58 – Лівобережно-Сіверсько-Донецький; ІІІВд – Донецька височина: 59 – Західно-Донецький, 60 – Східно-Донецький; ІІІСа – Західне Причорномор'я: 61 – Південно-Західно-Причорноморський, 62 – Північно-Західно-Причорноморський; ІІІСб – Центральний Степ: 63 – Правобережно-Центральне-Степовий, 64 – Лівобережно-Центральне-Степовий, 65 – Східно-Центральне-Степово-Приазовський; ІІІДа – Західний Сухий Степ: 66 – Західно-Сухо-Степовий, 67 – Нижньо-Дніпровський, 68 – Південно-Західно-Сухо-Степовий; ІІІДб – Азово-Присиваський Степ: 69 – Північно-Сиваський, 70 – Північно-Західно-Приазовський; ІІІЕа – Північно-Кримська низовина: 71 – Південно-Присиваський, 72 – Західно-Північно-Кримський, 73 – Східно-Північно-Кримський; ІІІЕб – Тарханкутська височина: 74 – Тарханкутсько-Степовий, 75 – Тарханкутсько-Причорноморський; ІІІЕс – Центральне-Кримська височина: 76 – Східно-Центральне-Кримський, 77 – Центральне-Кримський; ІІІЕд – Керченське горбисте пасмо: 78 – Керченський.

**Зона:** ЗАКАРПАТТЯ. **Області, райони:** ІІІІ – Закарпатська низовина: 79 – Захід-

но-Закарпатський, 80 — Східно-Закарпатський.

**Зона: КАРПАТСЬКІ ГОРИ І ПРИКАРПАТТЯ.** *Області, райони:* Va — Передкарпатська височина: 81 — Верхньо-Дністерський, 82 — Середньо-Прикарпатський, 83 — Південно-Прикарпатський; Vb — Зовнішні Скибові Карпати: 84 — Східно-Бескидський, 85 — Горганський, 86 — Покутсько-Буковинський; Vc — Вододільно-Верховинські Карпати: 87 — Верховинський, 88 — Вододільний; Vd — Полонинсько-Чорногірські Карпати: 89 — Полонинський, 90 — Свидовецький, 91 — Чорногірський, 92 — Гринявський, 93 — Яливорчорський; Ve — Вулканічні Карпати: 94 — Вигорлат-Гутинський, 95 — Хустсько-Солотвинський; Vf — Мармароський масив: 96 — Гуцульсько-Альпійський (Рахівський), 97 — Чивчинський.

**Зона: КРИМСЬКІ ГОРИ.** *Області, райони:* VIa — Кримське передгір'я: 98 — Кримсько-Передгірський; VIb — Кримське гірське пасмо: 99 — Кримсько-Гірський.

**Зона: ПІВДЕННО-КРИМСЬКЕ СУБСЕРЕДЗЕМНОМОР'Я.** *Області, райони:* VII — Південно-Кримське Субсередземномор'я: 100 — Південно-Кримсько-Субсередземноморський.

**Характеристика агроекологічних районів України.** Наведено основні фізико-географічні особливості, специфіку агроєко-районів: а) ГТК (*гідротермічний коефіцієнт Селянінова*), *гідрологічні, едафічні особливості*; б) *агроекологічні ризики, стихійні явища, забруднення*; в) *рекомендована, основна сільськогосподарська спеціалізація виробництва*.

(Номери районів відповідають легенді карти).

#### **Зона Полісся:**

**1:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, торфоболотні ґрунти на карбонатах, б) карст, паводки, рекреаційне забруднення, осушення, в) рослинництво (жито, овес, ячмінь, лікарські рослини, ягідники: чорниця, лохина), овочівництво (картопля, морква, цибуля, редька тощо), м'ясо-молочне скотарство (ММС), конярство, бджільництво, рибництво, лісове гос-

подарство (сосна, дуб, береза тощо), природозаповідання, органічне агровиробництво, сільський зелений туризм. **2:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, лучно-болотні, торфові ґрунти на флювіогляціальних відкладах, б) повені, підтоплення, евтрофікація, заболочування, торфові пожежі, осушення, помірне радіаційне забруднення, в) рослинництво (жито, овес, ячмінь, ягідники: чорниця, журавлина, ожина, малина), грибництво, луківництво, овочівництво (картопля, капуста, огірки тощо), біоенергетичні культури (ріпак, верба), тваринництво (ММС, конярство, рибництво), лісове господарство (сосна, береза, вільха тощо), природозаповідання, сільський туризм. **3:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; борові, дерново-слабопідзолисті ґрунти на моренних сушіаних відкладах, б) дефляція, ксерофітизація, помірне радіаційне забруднення, в) рослинництво (жито, ячмінь, ягідники: брусниця, суниця), грибництво, овочівництво (картопля тощо), ММС, лісове господарство (сосна, береза тощо), природозаповідання. **4:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, торфоболотні ґрунти, б) повені, підтоплення, заболочення, карст, осушення, водна ерозія, торфові пожежі, мінералізація земель, кар'єри (бурштин, торф, гірські породи), помірне радіаційне забруднення, в) лісове господарство (сосна, береза, дуб, вільха тощо), рослинництво (жито, ячмінь, ягідники: чорниця, журавлина), грибництво, овочівництво (картопля, капуста тощо), ММС, луківництво, природозаповідання. **5:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, дерново-карбонатні, лучні ґрунти на зандрових (покривних) відкладах, б) дефляція, ксерофітизація, мінералізація і підкислення земель, незначне агро-техногенне забруднення, в) лісове господарство (сосна, береза, дуб, липа тощо), рослинництво (жито, овес, ячмінь, кукурудза, ягідники: чорниця, журавлина, брусниця), грибництво, овочівництво (картопля, капуста, огірки, цибуля, морква тощо), льонарство, ММС, природозаповідання. **6:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; малопотужні дерново-



підзолисті, торфоболотні, лесові ґрунти на кристалічних породах, б) значне радіаційне забруднення, кар'єри гірських порід, водна і вітрова ерозія, яружність, в) лісове господарство (сосна, береза, вільха, дуб тощо), рослинництво (жито, овес, ячмінь, ягідники: чорниця, журавлина), грибництво, овочівництво (картопля, капуста, огірки, морква тощо), ММС, природозаповідання. **7:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, лучні ґрунти на кристалічних породах, б) значне радіаційне забруднення, кар'єри гірських порід, водна і вітрова ерозія, в) лісове господарство (сосна, береза, дуб, граб тощо), рослинництво (жито, овес, ячмінь, кукурудза, гречка, ягідники: чорниця, брусниця), грибництво, овочівництво (картопля, огірки, морква тощо), льонарство, хмелярство, біоенергетичні культури (ріпак, верба), ММС. **8:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, глинисто-піщані, сірі опідзолені ґрунти на кристалічних породах, б) помірне радіаційне забруднення, кар'єри гірських порід, водна і вітрова ерозія, забруднення атмосфери, в) лісове господарство (сосна, береза, дуб, граб тощо), рослинництво (жито, овес, ячмінь, кукурудза, гречка), овочівництво (картопля, капуста, огірки, цибуля, морква тощо), льонарство, хмелярство, ММС, вівчарство. **9:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, оглеєні, глинисто-піщані, торфоболотні ґрунти, б) кризове (значне) радіаційне забруднення, підтоплення, лісові, торфові пожежі, осушення, біоінвазії, евтрофікація, в) біоенергетика (верба, павловнія, міскантус, сіда тощо), обмежене ведення лісового господарства, природозаповідання. **10:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, глинисто-піщані, лучні ґрунти, б) помірне радіаційне забруднення, підтоплення, водна і вітрова ерозія, лісові, торфові пожежі, атмосферне забруднення, в) лісове господарство (сосна, береза, дуб тощо), рослинництво (жито, овес, ячмінь, кукурудза, гречка), овочівництво (картопля, капуста, огірки, цибуля, морква тощо), ММС, вівчарство, свинарство, птахівництво, біоенергетичні культури. **11:** а) ГТК 1,0–1,3; недостатньо

волога територія; дерново-підзолисті, оглеєні, супіщані ґрунти, б) помірне радіаційне забруднення, підтоплення, осушення, водна і вітрова ерозія, забруднення атмосферного повітря, в) рослинництво (жито, овес, ячмінь, картопля, ріпак, соя), ММС, свинарство, птахівництво. **12:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія, дерново-підзолисті, піщані, супіщані, оглеєні ґрунти у заплаві та на терасах Київського водосховища, б) антропогенно-техногенне забруднення, атмосферне забруднення, біоінвазії, в) приміське овочівництво, ММС, плодово-ягідні, зернові культури, лісове господарство (сосна, дуб тощо), рекреація, агротуризм, конярство, птахівництво, рибицтво. **13:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, глинисто-супіщані, оглеєні, торфоболотні ґрунти, б) помірне радіаційне забруднення, підтоплення, яружна і площинна ерозія, дефляція, в) рослинництво (жито, овес, ячмінь), овочівництво, біоенергетичні культури, луківництво), ММС, лісове господарство (сосна, дуб тощо), природозаповідання. **14:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія, дерново-підзолисті, суглинисті, оглеєні, лучні, солонцюваті ґрунти на лесі, б) помірне радіаційне забруднення, атмосферне забруднення, підтоплення, засолення, площинна і яружна ерозія, в) рослинництво (жито, овес, ячмінь, пшениця, кукурудза, соя), лісове господарство (сосна, дуб тощо), ММС, свинарство, конярство, вівчарство. **15:** а) ГТК 1,3–1,6; недостатньо волога територія, дерново-підзолисті, сірі опідзолені, лучні солонцюваті ґрунти, б) помірне радіаційне забруднення, підтоплення, заболочення, засолення, карст, площинна і яружна ерозія, в) рослинництво (жито, овес, ячмінь, кукурудза, соя, ріпак, картопля, тютюн, льон), луківництво, лісове господарство (сосна, дуб, липа тощо), ММС, птахівництво, рибицтво. **16:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, глинисто-супіщані, сірі опідзолені, лучно-болотні ґрунти, б) підтоплення, карст, площинна і яружна ерозія, дефляція, в) рослинництво (жито, пшениця, овес, кукурудза, гречка, соя, карто-

пля, ріпак), лісове господарство (сосна, дуб тощо), ММС, природозаповідання. **17:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, оглеєні, суглинні, сірі, опідзолені ґрунти на лесі, б) площинна і яружна ерозія, карст, дефляція, яружність, в) рослинництво (жито, пшениця, овес, кукурудза, соя, картопля, ріпак), лікарські рослини, ММС, вівчарство.

#### **Зона Лісостепу:**

**18:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; ясно-сірі, сірі опідзолені ґрунти, чорноземи опідзолені, типові малогумусні на лесі, б) карст, паводки, забруднення транспортом, в) ММС, свинарство, бджільництво, зернове господарство, буряківництво. **19:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; ясно-сірі, сірі, темно-сірі опідзолені ґрунти, чорноземи опідзолені, типові, малогумусні на лесі, б) карст, підтоплення, в) ММС, свинарство, рибництво, зернове господарство, буряківництво. **20:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, ясно-сірі опідзолені, торфоболотні ґрунти, б) карст, підтоплення, в) лісове господарство (дуб, граб, клен), агротуризм. **21:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, супіщані, оглеєні, болотні, лучні ґрунти, чорноземи і дернові карбонатні ґрунти на елювії карбонатних порід, б) зсуви, ерозія яружна, площинна, в) ММС, зернові культури (пшениця, ячмінь), картопля, льон, приміське овочівництво. **22:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; ясно-сірі, сірі опідзолені, торфоболотні ґрунти, чорноземи і дерново-карбонатні ґрунти, б) підтоплення, заболочування, карст, в) ММС, зернові (пшениця, ячмінь), картопля, цукровий буряк, ріпак, кукурудза, соя. **23:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, ясно-сірі, сірі, темно-сірі ґрунти, чорноземи опідзолені, б) зсуви, яружна ерозія, в) ММС, конярство, луківництво, овочівництво. **24:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, супіщані, оглеєні ґрунти, сірі опідзолені ґрунти, чорноземи опідзолені, б) зсуви, ерозія яружна, площинна, атмосферне забруднення, в) ММС, бджільництво, зернові, бобові культури, овочівництво. **25:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; лучні,

дернові карбонатні, сірі опідзолені ґрунти, б) ерозія яружна, в) лісове господарство (дуб, граб, клен тощо), лікарське рослинництво, природозаповідання. **26:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; ясно-сірі, сірі, темно-сірі опідзолені ґрунти, чорноземи опідзолені, б) карст, зсуви, ерозія яружна, площинна, в) ММС, овочівництво, лісове господарство (дуб, клен), природозаповідання. **27:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; ясно-сірі, сірі, темно-сірі опідзолені ґрунти, б) ерозія яружна, площинна, суфозія, в) лісове господарство (дуб, бук), ММС, овочівництво, луківництво, природозаповідання. **28:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; ясно-сірі, сірі, темно-сірі опідзолені, лучно-чорноземні ґрунти, чорноземи опідзолені, б) ерозія яружна, площинна, зсуви, атмосферне забруднення, в) ММС, свинарство, зернові культури, буряківництво, тютюнництво. **29:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; ясно-сірі, сірі опідзолені ґрунти, б) карст, ерозія площинна, яружна, зсуви, суфозія, незначне радіаційне забруднення, в) лісове господарство (бук, дуб, клен), природозаповідання. **30:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; чорноземи типові малогумусні, опідзолені, торфоболотні ґрунти, б) карст, ерозія площинна, яружна, атмосферне забруднення, в) ММС, бджільництво, рибництво, зернові культури, цибуля, часник, соя, буряківництво, картоплярство. **31:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; чорноземи опідзолені, ясно-сірі, сірі опідзолені ґрунти, б) карст, ерозія площинна, підтоплення, незначне радіаційне забруднення, в) ММС, лісове господарство (дуб, бук, клен), садівництво, агротуризм. **32:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; ясно-сірі, сірі опідзолені ґрунти, чорноземи опідзолені, типові малогумусні, б) карст, ерозія площинна, яружна, зсуви, суфозія, незначне радіаційне забруднення, в) ММС, садівництво, лісове господарство. **33:** а) ГТК 1,0–1,6; волога територія; ясно-сірі, сірі, темно-сірі опідзолені, лучні ґрунти, чорноземи опідзолені, б) зсуви, ерозія яружна, площинна, карст, підтоплення, незначне атмосферне, радіаційне забруднення, в) лісове господарство, садівництво,

вівчарство, рибицтво, овочівництво, природозаповідання. **34:** а) ГТК 1,0–1,3; недостатньо волога територія; ясно-сірі, сірі опідзолені, торфоболотні ґрунти, б) карст, ерозія яружна, площинна, зсуви, незначне радіаційне забруднення, в) ММС, зернові, технічні культури, садівництво. **35:** а) ГТК 1,0–1,3; посушлива територія; чорноземи опідзолені, реградовані, типові малогу́мусні, дернові ґрунти, б) просідання лесових порід, ерозія площинна, яружна, незначне радіаційне забруднення, в) ММС, зернові культури, садівництво, овочівництво. **36:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; чорноземи опідзолені, типові малогу́мусні, сірі опідзолені ґрунти, б) ерозія площинна, просідання лесових порід, незначне радіаційне забруднення, в) ММС, лісове господарство, хмелярство, луківництво, зернові культури, овочівництво. **37:** а) ГТК 1,0–1,3; недостатньо волога територія; чорноземи типові малогу́мусні, реградовані, темно-сірі реградовані ґрунти, б) карст, ерозія яружна, площинна, зсуви, незначне радіаційне забруднення, в) ММС, свинарство, зернові, бобові культури, луківництво. **38:** а) ГТК 1,0–1,3; посушлива територія; чорноземи типові малогу́мусні, опідзолені, б) ерозія яружна, площинна, зсуви, незначне радіаційне забруднення, в) ММС, зернові, бобові культури, свинарство. **39:** а) ГТК 1,0–1,3; посушлива територія; ясно-сірі опідзолені ґрунти, чорноземи реградовані, малогу́мусні, б) просідання лесових порід, ерозія яружна, площинна, зсуви, незначне радіаційне забруднення, в) ММС, зернові, бобові культури, свинарство. **40:** а) ГТК 1,0–1,3; недостатньо волога територія; чорноземи типові малогу́мусні, лучно-чорноземні, поверхнево солонцюваті, дерново-підзолисті ґрунти, б) підтоплення, карст, ерозія площинна, яружна, зсуви, біоінвазії, в) приміське овочівництво, ММС, зернові, бобові, технічні культури, лісове господарство. **41:** а) ГТК 1,0–1,3; посушлива територія; чорноземи типові малогу́мусні, лучно-чорноземні глибоко солонцюваті ґрунти в комплексі з солонцями, б) просідання лесових порід, зсуви, яружна ерозія, біоінвазії, в) ММС, риби-

цтво, зернові культури, овочівництво. **42:** а) ГТК 1,0–1,3; посушлива територія; чорноземи типові малогу́мусні, лучно-чорноземні глибоко солонцюваті ґрунти в комплексі з солонцями, б) підтоплення, ерозія, яружна, площинна, біоінвазії, в) ММС, рибицтво, зернові, технічні культури. **43:** а) ГТК 1,0–1,3; недостатньо волога територія; ясно-сірі, сірі, темно-сірі ґрунти, чорноземи типові малогу́мусні, б) карст, підтоплення, ерозія яружна, площинна, в) ММС, зернові, бобові, технічні культури, луківництво, овочівництво. **44:** а) ГТК 1,0–1,3; посушлива територія; чорноземи типові, малогу́мусні, середньогу́мусні, звичайні, глибокі, б) зсуви, просідання лесових порід, ерозія яружна, площинна, в) ММС, зернові, бобові культури, лікарське рослинництво, агротуризм. **45:** а) ГТК 1,0–1,3; волога територія; сірі опідзолені, дерново-підзолисті ґрунти, чорноземи опідзолені, б) підтоплення, заболочення, в) лісове господарство, ММС, технічні культури. **46:** а) ГТК 1,0–1,3; волога територія; чорноземи типові малогу́мусні, опідзолені, сірі опідзолені, лучні солонцюваті ґрунти, б) зсуви, просідання лесових порід, ерозія площинна, яружна, в) ММС, лісове господарство, технічні культури, овочівництво. **47:** а) ГТК 0,7–1,3; недостатньо волога територія; чорноземи типові середньогу́мусні, звичайні, реградовані, лучні солонцюваті ґрунти, б) зсуви, просідання лесових порід, ерозія площинна, яружна, дефляція, в) ММС, приміське овочівництво, свинарство, птахівництво, зернові, бобові, технічні культури.

#### **Зона Степу:**

**48:** а) ГТК 0,7–1,0; дуже суха територія; чорноземи звичайні, південні малогу́мусні, дернові оглеєні, глинисто-піщані ґрунти, б) зсуви, ерозія яружна, площинна, підтоплення, повені, в) вівчарство, розведення буйволів, рибицтво, овочівництво, виноградарство, садівництво, агротуризм. **49:** а) ГТК 0,7–1,0; дуже суха територія; чорноземи звичайні глибокі мало- і середньогу́мусні, південні малогу́мусні, б) ерозія площинна, просідання лесових порід, підтоплення, в) вівчарство, садівництво, ово-

чівництво. **50:** а) ГТК 0,7–1,0; суха територія; чорноземи типові середньогумусні, звичайні глибокі мало- і середньогумусні, б) карст, зсуви, засолення, просідання лесових порід, в) овочівництво, зернове господарство, свинарство, птахівництво, рибицтво. **51:** а) ГТК 0,7–1,0; суха територія; чорноземи звичайні, глибокі, мало- і середньогумусні, б) ерозія площинна, яружна, засолення, атмосферне, техногенне забруднення, в) зернове господарство, технічні культури, свинарство, ММС. **52:** а) ГТК 0,7–1,0; суха територія; чорноземи звичайні, неглибокі малогумусні, б) засолення, карст, ерозія площинна, атмосферне, техногенне забруднення, в) зернове господарство, технічні культури (соняшник, ріпак), соя, ММС, птахівництво. **53:** а) ГТК 0,7–1,0; посушлива територія; чорноземи звичайні мало- і середньогумусні, лучно-чорноземні, чорноземи солонцюваті на суглинках, б) підтоплення, ерозія площинна, яружна, просідання лесових порід, атмосферне, техногенне забруднення, біоінвазії, в) зернове господарство (пшениця, ячмінь), соя, овочівництво, буряківництво, ММС, свинарство. **54:** а) ГТК 0,7–1,0; суха територія; чорноземи звичайні малогумусні, неглибокі малогумусні, б) просідання лесових порід, ерозія площинна, яружна, зсуви, атмосферне, техногенне забруднення, біоінвазії, в) ММС, приміське овочівництво, свинарство, рибицтво, зернове господарство (пшениця, ячмінь). **55:** а) ГТК 0,1–0,7; суха територія; чорноземи звичайні, неглибокі малогумусні, б) ерозія площинна, зсуви, в) ММС, зернове господарство, технічні культури, садівництво. **56:** а) ГТК 0,1–0,7; суха територія; чорноземи південні малогумусні, звичайні, неглибокі малогумусні, дернові оглеєні піщані ґрунти, б) ерозія площинна, заболочення, карст, атмосферне, техногенне забруднення, в) зернове господарство, технічні культури, рибицтво, агротуризм, природозаповідання. **57:** а) ГТК 0,7–1,0; недостатньо волога територія; чорноземи звичайні малогумусні, б) ерозія яружна, площинна, зсуви, в) ММС, свинарство, птахівництво, зернове господарство, технічні культури.

**58:** а) ГТК 0,7–1,0; посушлива територія; чорноземи звичайні середньо-, малогумусні, лучні солонцюваті, дернові піщані оглеєні ґрунти із слабогумусними пісками, б) просідання лесових порід, зсуви, ерозія яружна, атмосферне, техногенне (у т.ч. військове) забруднення, в) зернове господарство, приміське овочівництво, лісове господарство (дуб, сосна, береза), плодово-ягідні культури, природозаповідання. **59:** а) ГТК 0,7–1,0; посушливо-суха територія; чорноземи звичайні середньогумусні, малогумусні, неглибокі малогумусні, б) зсуви, ерозія яружна, площинна, атмосферне, техногенне забруднення, в) ММС, свинарство, птахівництво, зернове господарство, технічні культури. **60:** а) ГТК 0,7–1,0; посушливо-суха територія; чорноземи звичайні середньогумусні, малогумусні, дернові щепенюваті ґрунти на елювії пісковиків і сланців, б) осідання вироблених гірських порід, ерозія яружна, площинна, карст, атмосферне, техногенне (у т.ч. військове) забруднення, в) приміське овоче-молочне господарство, птахівництво, плодово-ягідні, зернові культури. **61:** а) ГТК 0,1–0,7; дуже суха територія; чорноземи південні мало- і слабогумусні, дернові оглеєні піщані ґрунти, б) засолення, заболочення, просідання лесових порід, ерозія площинна, морська абразія, біоінвазії, в) зернове господарство, овочівництво, садівництво, виноградарство, плодово-ягідні культури, вівчарство, рибицтво, природозаповідання. **62:** а) ГТК 0,1–0,7; суха територія; чорноземи південні мало- і слабогумусні, залишково-солонцюваті, б) карст, зсуви, підтоплення, ерозія площинна, яружна, морська абразія, біоінвазії, в) приміське овоче-молочне господарство, птахівництво, плодово-ягідні, зернові культури, виноградарство. **63:** а) ГТК 0,1–0,7; суха територія; чорноземи південні мало- і слабогумусні, лучно-чорноземні та дернові осолоділі глейові ґрунти і солоді, б) просідання лесових порід, ерозія площинна, яружна, карст, підтоплення, в) зернове, овоче-молочне господарство, технічні культури, баштанництво, ММС, птахівництво, бджільництво, рибицтво. **64:** а) ГТК 0,1–

0,7; суха територія; чорноземи південні мало- і слабогумусні, лучно-чорноземні і дернові осолоділі глейові ґрунти і солоді, б) просідання лесових порід, ерозія площинна, біоінвазії, в) зернове господарство, технічні культури, овочівництво, баштанництво, вівчарство, птахівництво. **65:** а) ГТК 0,1–0,7; суха територія; чорноземи південні мало- і слабогумусні, б) заболочення, засолення, ерозія площинна, морська абразія, в) зернове господарство, плодово-ягідні культури, вівчарство, рибицтво. **66:** а) ГТК 0,1–0,7; дуже суха територія; темно-каштанові залишково-солонцюваті, лучно-чорноземні, дернові осолоділі глейові, дернові оглеєні піщані ґрунти і солоді, б) просідання лесових порід, евтрофікація, площинна ерозія, морська абразія, атмосферне, техногенне забруднення, біоінвазії, в) приміське овочемолочне господарство, рибицтво, птахівництво, виноградарство, баштанництво, природозаповідання. **67:** а) ГТК 0,1–0,7; дуже суха територія; дернові піщані, глинисто-піщані зі слабогумусними пісками, чорноземи піщані, південні, залишково-солонцюваті, б) підтоплення, морська абразія, ксерофітизація, дефляція, біоінвазії, в) зернове господарство, рис, овочівництво, виноградарство, рибицтво, природозаповідання. **68:** а) ГТК 0,1–0,7; дуже суха територія; темно-каштанові залишково-солонцюваті, каштанові солонцюваті ґрунти і солонці, солончаки, б) підтоплення, морська абразія, ксерофітизація, дефляція, в) зернове господарство, рис, овочівництво, виноградарство, вівчарство, птахівництво, рибицтво, природозаповідання. **69:** а) ГТК 0,1–0,7; дуже суха територія; темно-каштанові залишково-солонцюваті, лучно-чорноземні, дернові осолоділі глейові ґрунти і солоді, солонці, б) просідання лесових порід, засолення, ксерофітизація, дефляція, в) зернове господарство, технічні культури, лувіництво, овочівництво, баштанництво, вівчарство, природозаповідання. **70:** а) ГТК 0,1–0,7; дуже суха територія; темно-каштанові залишково-солонцюваті, каштанові солонцюваті, дернові оглеєні піщані ґрунти і солонці, б) заболочення, засолення, ерозія

площинна, морська абразія, в) зернове господарство, вівчарство, рибицтво, овочівництво, садівництво, природозаповідання. **71:** а) ГТК 0,1–0,7; дуже суха територія; каштанові солонцюваті, темно-каштанові залишково-солонцюваті ґрунти і солонці, б) підтоплення, значне засолення, дефляція, ксерофітизація, рекреаційне забруднення, в) технічні культури, вівчарство, природозаповідання. **72:** а) ГТК 0,1–0,7; дуже суха територія; темно-каштанові залишково-солонцюваті ґрунти і солонці, б) підтоплення, засолення, ксерофітизація, дефляція, посухи, в) зернові, технічні культури, овочівництво, вівчарство. **73:** а) ГТК 0,1–0,7; дуже суха територія; темно-каштанові залишково-солонцюваті ґрунти і солоді, лучно-чорноземні ґрунти, б) просідання лесових порід, ерозія площинна, ксерофітизація, дефляція, посухи, в) зернові, технічні культури, овочівництво, вівчарство. **74:** а) ГТК 0,1–0,7; дуже суха територія; чорноземи південні малогумусні, дернові карбонатні ґрунти, б) карст, площинна ерозія, дефляція, посухи, в) зернові, технічні культури, овочівництво (у т.ч. цибуля, часник), вівчарство. **75:** а) ГТК 0,1–0,7; дуже суха територія; ґрунти, б) карст, ерозія площинна, яружна, дефляція, морська абразія, в) зернові, технічні культури, овочівництво, вівчарство. **76:** а) ГТК 0,1–0,7; дуже суха територія; чорноземи солонцюваті на важких глинах, чорноземи і дернові карбонатні ґрунти, б) ерозія яружна, площинна, карст, морська абразія, в) зернові, технічні культури, овочівництво, садівництво, вівчарство, рибицтво. **77:** а) ГТК 0,1–0,7; дуже суха територія; чорноземи південні малогумусні, лучно-чорноземні, дернові карбонатні ґрунти, б) ерозія яружна, дефляція, посухи, в) зернові, технічні культури, овочівництво, баштанництво, садівництво, вівчарство. **78:** а) ГТК 0,1–0,7; дуже суха територія; чорноземи солонцюваті на важких глинах, темно-каштанові залишково-солонцюваті ґрунти, солонці, солончаки, б) карст, ерозія яружна, площинна, дефляція, транспортне забруднення, морська абразія, сейсмічна активність, в) зернове господарство, тех-



нічні культури, вівчарство, птахівництво, рибицтво, аквакультура.

### **Зона Закарпаття:**

**79:** а) ГТК 1,3; недостатньо волога територія; дернові опідзолені суглинкові, оглеєні, дерново-підзолисті, бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні ґрунти, б) підтоплення, зсуви, селі, повені, паводки, рекреаційне забруднення, в) садівництво, виноградарство, плодово-ягідні, зернові культури, овочівництво, ММС, розведення буйволів, оленів, вівчарство, тютюнництво, лікарське рослинництво, агротуризм, природозаповідання. **80:** а) ГТК 1,3; волога територія; лучні, підзолисто-буроземні ґрунти і їх поверхнево оглеєні відміни, б) підтоплення, зсуви, селі, паводки, в) лісове господарство, садівництво, плодово-ягідні культури, грибицтво, ММС, вівчарство, природозаповідання.

### **Зона Карпатських гір і Прикарпаття:**

**81:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; дерново-підзолисті, сірі опідзолені, лучні, торфоболотні ґрунти, б) зсуви, площинна ерозія, в) ММС, свинарство, картоплярство, зернові, лісове господарство. **82:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; ясно-сірі, сірі, темно-сірі опідзолені ґрунти, чорноземи опідзолені, б) зсуви, карст, ерозія площинна, яружна, в) ММС, вівчарство, свинарство, картоплярство, зернові, технічні культури, лісове господарство. **83:** а) ГТК 1,3–1,6; волога територія; чорноземи типові опідзолені, ясно-сірі, сірі опідзолені ґрунти, б) зсуви, ерозія яружна, площинна, карст, підтоплення, незначне радіаційне забруднення, в) ММС, зернові, технічні, плодово-ягідні культури, садівництво, лісове господарство. **84:** а) ГТК >1,6; надмірно волога територія; дерново-підзолисті, поверхнево оглеєні, суглинкові, бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні, лучні ґрунти, б) ерозія яружна, зсуви, селі, в) ММС, вівчарство, технічні культури, лісове господарство. **85:** а) ГТК >1,6; надмірно волога територія; бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні ґрунти, б) ерозія яружна, повені, в) сільське присадибне господарство, вівчарство, лісове господарство, природозаповідання. **86:** а) ГТК >1,6; надмірно волога територія;

підзолисто-буроземні, бурі гірсько-лісові, щебенюваті, оглеєні ґрунти, б) ерозія яружна, зсуви, в) сільське присадибне господарство, вівчарство, лісове господарство, природозаповідання. **87:** а) ГТК 1,3–1,6; надмірно волога територія; бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні, дерново-буроземні та гірсько-лучні ґрунти, б) зсуви, селі, в) ММС, вівчарство, картоплярство, лісове господарство. **88:** а) ГТК 1,3–1,6; надмірно волога територія; бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні, дерново-буроземні та гірсько-лучні ґрунти, б) яружна ерозія, зсуви, в) лісове господарство, дикорослі ягоди, гриби, природозаповідання. **89:** а) ГТК 1,3–1,6; надмірно волога територія; бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні, дерново-буроземні та гірсько-лучні ґрунти, б) зсуви, селі, в) вівчарство, технічні культури, лісове господарство. **90:** а) ГТК 1,3–1,6; надмірно волога територія; бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні, дерново-буроземні та гірсько-лучні ґрунти, б) зсуви, селі, в) лісове господарство, дикорослі ягоди, гриби, природозаповідання. **91:** а) ГТК 1,3–1,6; надмірно волога територія; бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні, дерново-буроземні та гірсько-лучні ґрунти, б) зсуви, селі, рекреаційне забруднення, в) лісове господарство, природозаповідання, агротуризм. **92:** а) ГТК 1,3–1,6; надмірно волога територія; бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні, дерново-буроземні та гірсько-лучні ґрунти, б) зсуви, селі, ерозія, в) лісове, сільське присадибне господарство, природозаповідання. **93:** а) ГТК 1,3–1,6; надмірно волога територія; бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні ґрунти, б) зсуви, селі, яружна ерозія, в) лісове, сільське присадибне господарство. **94:** а) ГТК 1,3–1,6; надмірно волога територія; бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні, підзолисто-буроземні ґрунти, б) зсуви, повені, селі, в) лісове господарство, овочівництво, тютюнництво, садівництво, птахівництво. **95:** а) ГТК 1,3–1,6; надмірно волога територія; бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні, дернові опідзолені, суглинкові, лучні ґрунти, б) зсуви, селі, повені, в) ММС, лісове господарство, садівництво, овочівництво.

**96:** а) ГТК 1,3–1,6; надмірно волога територія; бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні ґрунти, б) зсуви, селі, яружна ерозія, в) лісове господарство, дикорослі ягоди і гриби, вівчарство, агротуризм, природозаповідання. **97:** а) ГТК 1,3–1,6; надмірно волога територія; бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні ґрунти, б) зсуви, селі, яружна ерозія, в) лісове господарство, дикорослі ягоди і гриби, вівчарство, агротуризм, природозаповідання.

#### **Зона Кримських гір:**

**98:** а) ГТК 0,7–1,0; суха територія; бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні, коричневі гірські щебенюваті ґрунти, б) карст, селі, зсуви, ерозія яружна, рекреаційне забруднення, в) садівництво, лісове господарство, овочівництво, плодово-ягідні культури.

**99:** а) ГТК 0,7–1,0; суха територія; бурі гірсько-лісові щебенюваті, оглеєні, дерново-буроземні, гірсько-лучні ґрунти, б) карст, селі, зсуви, ерозія яружна, рекреаційне забруднення, в) лісове господарство, лікарське рослинництво, природозаповідання.

#### **Зона Південно-Кримського Субсередземномор'я:**

**100:** а) ГТК 0,7–1,0; суха територія; коричневі гірські щебенюваті ґрунти, б) карст, селі, зсуви, ерозія яружна, рекреаційне забруднення, морська абразія, біоінвазії, в) приміське овочівництво, виноградарство, садівництво, ефіроолійні, екзотичні рослини, рибицтво, аквакультура, природозаповідання.

### **ВИСНОВКИ**

Завдання сучасної агроекології полягає в методологічному забезпеченні

раціонального узгодження систем агро-виробництва з природними умовами і сільськогосподарськими угіддями на рівні великих регіонів (зон, підзон, областей) та окремих агроландшафтів, екотонних контурів, невеликих природно-територіальних комплексів чи їх однотипних поєднань (районів) шляхом розроблення оптимальних схем агроекологічного районування.

Проведено упорядкування просторово-суміжних геосистем, подібних за встановленими критеріями, в індивідуальні територіальні одиниці різних рангів. Кожен елемент є ланкою ієрархічної системи регіонів вищих рангів. Залежно від рівня ієрархії, для районування вибрано найхарактерніші класифікаційні ознаки. Для агроекологічних районів були визначені та враховані: а) агрокліматичні, гідроекологічні, едафічні (ґрунтові) особливості, б) агроекологічні ризики, біобезпека, в) основна сільськогосподарська спеціалізація, охорона навколишнього природного середовища.

Оптимізація соціально-економічних функцій сільськогосподарської діяльності є можливою на основі агроекологічного районування. Економічна ефективність визначається доцільністю, рентабельністю ведення різних галузей сільського господарства із урахуванням агроекологічних показників та екологічної безпеки. У перспективі доцільно розробляти детальну характеристику агроекологічних районів із урахуванням спеціалізації сільського господарства для конкретного користувача.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Агроекологічне районування (методичні рекомендації) / [В.В. Коніщук, Т.М. Єгорова, Н.Б. Мельник]; наук. ред. О.І. Фурдичко. — К.: ДІА, 2014. — 44 с.
2. Атлас. Геологія і корисні копалини України. Масштаб 1:5000000 / За ред. Л.С. Галецького. — К.: Такі справи, 2001. — 168 с.
3. Екологічний атлас України / За ред. Л.Г. Руденко. — К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2009. — 104 с.
4. Комплексний атлас України. — К.: ДНВП «Картографія», 2005. — 96 с.
5. *Мартин А.Г.* Природно-сільськогосподарське районування України / А.Г. Мартин, С.О. Осипчук, О.М. Чумаченко. — К.: ЦП «Компринт», 2015. — 328 с.
6. Удосконалена схема фізико-географічного районування України / О.М. Маринич, Г.О. Пархоменко, О.М. Петренко, П.Г. Тищенко // Український географічний журнал. — 2003. — № 1. — С. 16–20.
7. Карта агрокліматичного районування України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://geomap.land.kiev.ua/zoning-3.html>

8. Національний атлас України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://igu.org.ua/uk/node/21056>
9. Єгорова Т.М. Актуальні питання агроєкологічного районування України / Т.М. Єгорова, В.В. Коніщук // Вісник Дніпропетровського державного агро-економічного університету. — 2014. — № 1 (33). — С. 156–161.
10. Єгорова Т.М. Ландшафтно-гідроєкологічні особливості агросфери України / Т.М. Єгорова // Агроєкологічний журнал. — 2018. — № 2. — С. 6–12.
11. Єгорова Т.М. Екологічна геохімія агроландшафтів України: монографія / [за наук. ред. академіка НААН О.І. Фурдичка]. — К.: ДІА, 2018. — 264 с.
12. Наукові засади відновлення та розвитку зрошення в Україні в сучасних умовах [Електронний ресурс] / М.І. Ромашенко, М.В. Яцюк, О.І. Жовтоног та ін. — Режим доступу: [mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/26/15](http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/26/15)

## REFERENCES

1. Konishchuk, V.V., Yehorova, T.M., Melnyk, N.B. (2014). *Ahroekolohichne raionuvannia (metodychni rekomendatsii) [Agroecological zoning (Methodical recommendations)]*. O.I. Furdychko. (Ed.). Kyiv: «DIA» [in Ukrainian].
2. Haletskiy, L.S. (Ed.). (2001). *Atlas. Heolohia i korysni kopalyny Ukrainy. Masshtab 1:5000000. [Atlas. The Geology and useful fossilized of Ukraine. Scale 1:5000000]*. Kyiv: Taki spravy [in Ukrainian].
3. Rudenko, L.H. (Ed.). (2009). *Ekolohichniy atlas Ukrainy [Ecological atlas of Ukraine]*. Kyiv: Tsentr ekolohichnoi osvity ta informatsii [in Ukrainian].
4. *Kompleksnyi atlas Ukrainy [Complex atlas of Ukraine]*. (2005). Kyiv: DNVP «Kartohrafia» [in Ukrainian].
5. Martyn, A.H., Osypchuk, S.O., Chumachenko, O.M. (2015). *Pryrodno-silskohospodarske raionuvannia Ukrainy [Natural-agrarians zoning of Ukraine]*. Kyiv: СР «Компринт» [in Ukrainian].
6. Marynych, O.M. Parkhomenko, H.O., Petrenko, O.M., Tyshchenko, P.H. (2003). Udoskonalena skhema fizyko-heohrafichnoho raionuvannia Ukrainy [Perfections scheme natural-geographical zoning of Ukraine]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal — Ukrainian geographical journal*, 1, 16–20 [in Ukrainian].
7. Karta ahroklimatychnoho raionuvannia Ukrainy [Map of agro-climatic regionalization of Ukraine]. (n.d.). [geomap.land.kiev.ua](http://geomap.land.kiev.ua). Retrieved from <http://geomap.land.kiev.ua/zoning-3.html>
8. Natsionalnyi atlas Ukrainy [National atlas of Ukraine]. (n.d.). [igu.org.ua](https://igu.org.ua/en/node/21056). Retrieved from <https://igu.org.ua/en/node/21056>
9. Yehorova, T.M., Konishchuk, V.V. (2014). Aktualni pytannia ahroekolohichnoho raionuvannia Ukrainy [Actual questions of agroecological zoning of Ukraine]. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahroekonomichnoho universytetu — Journal of the Dnipropetrovsk agro-economical state university*, 1 (33), 156–161 [in Ukrainian].
10. Yehorova, T.M. (2018). Landshaftno-hidroekolohichni osoblyvosti ahrosfery Ukrainy [Landscape-hydroecological aspects agrosphere of Ukraine]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 6–12 [in Ukrainian].
11. Yehorova, T.M. (2018). *Ekolohichna heokhimia ahrolandshaftiv Ukrainy: monohrafiardychka [Ecological geochemistry agrolandscapes of Ukraine: monograph]*. O.I. Furdychko (Ed.). Kyiv: DIA [in Ukrainian].
12. Romashchenko, M.I., Yatsyuk, M.V., Zhovtonog, O.I., Dehtyar, O.O., Saydak, R.V., Matiash, T.V. (2017). Naukovi zasady vidnovlennia ta rozvytku zroshennia v Ukraini v suchasnykh umovakh [Scientific principles of restoration and development of irrigation in Ukraine in modern conditions]. *mivg.iwpim.com.ua*. Retrieved from: [mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/26/15](http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/26/15)

Отримано 13.11.2018



---

# РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

---

УДК 639.111.75:574.34:574.43

## ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ УГРУПОВАНЬ ВОВКА (*CANIS LUPUS L.*) НА ФОНОВІ ВИДИ ОЛЕНЕВИХ (*CERVIDAE*)

О.І. Фурдичко, В.П. Новицький

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Досліджено зміни динаміки чисельності фонових видів оленевих у різних регіонах України з початком XXI ст. на тлі динаміки чисельності вовка. Охарактеризовано математико-статистичні зв'язки в системах «хижак – жертва». Підтверджено негативний вплив вовка щодо поліських угруповань козулі європейської ( $r = -0,896$ ;  $E = -1,1$ ;  $p < 0,001$ ) та лося ( $r = -0,835$ ;  $E = -1,2$ ;  $p < 0,001$ ), а також степового угруповання козулі ( $r = -0,614$ ;  $E = -0,18$ ;  $p < 0,01$ ). Не виявлено вірогідних статистичних зв'язків між динаміками чисельності вовка та лося і козулі у лісостеповій та карпатській природних зонах України. Встановлено, що щільність вовка в Україні нині значно перевищує відповідні показники деяких країн ЄС, де його чисельність знову змушені регулювати попри надання виду охоронного статусу.*

**Ключові слова:** вовк, лось, козуля європейська, динаміка чисельності, еколого-географічні особливості, природні зони України.

---

Вовк (*Canis lupus L.*) — єдиний вищий хижак, поширений у всіх природних зонах України, окрім Криму, де до анексії півострова фіксувалися поодинокі трапляння виду. Впродовж XX ст. чисельність виду в Україні динамічно змінювалась, залежно від інтенсивності переслідування людиною, і становила 0,5–7 тис. особин [1, 2]. Збільшення чисельності вовка в Україні за сучасних соціально-економічних умов, швидкої урбанізації та скорочення площ нетрансформованих біотопів актуалізує потребу організації ефективного моніторингу та менеджменту місцевої популяції, оскільки вид є одним з найбільш загрозливих для мисливського господарства [1–4]. Ступінь і характер негативного впливу вовка на цю галузь в деяких природних зонах відрізняються між собою та є неоптимальним унаслідок їх еколого-географічних особливостей, інтенсивності впливу ан-

тропогенних чинників на довкілля, періодичних змін щільності населення хижака і видів-жертв тощо [5–7].

З огляду на вищевикладене, а також зважаючи на те, що найбільш економічно цінними представниками мисливської фауни України, які домінують у трофічному ланцюзі вовка, є копитні тварини [6–8], метою наших досліджень було встановлення еколого-географічних особливостей формування взаємозв'язків між щільністю хижака і динамікою чисельності угруповань фонових видів родини оленевих у різних регіонах нашої держави на початку XXI ст. шляхом математико-статистичного аналізу.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Аналіз взаємозв'язків живих організмів та їх спільнот у фауністичних комплексах різних природних зон передбачає поєднання екологічних дослідів з урахуванням

різноманіття місцевих умов існування тварин. Такі дослідження є територіальними за об'єктом і методом, але екологічними за сутністю або предметом, тому ще називаються еколого-географічними.

До фонових видів оленевих (*Cervidae*) в Україні відносять козулю, або сарну європейську (*Capreolus capreolus* L.) та лося (*Alces alces* L.) [3, 4, 6, 8]. Останній нині густо населяє Українське Полісся, частково Лісостеп, поодинокі трапляється у Степу і Карпатах [2, 9, 10].

Для моніторинго-аналітичних досліджень у розрізі природних зон України було виокремлено 11 модельних адміністративних областей за таким принципом: *Полісся* – Рівненська, Житомирська, Чернігівська; *Лісостеп* – Тернопільська, Вінницька, Полтавська; *Степ* – Одеська, Херсонська, Запорізька; *Карпати* – Івано-Франківська і Закарпатська області. Для аналізу динаміки чисельності вовка та видів-жертв використовували дані форм державної статистичної звітності 2-тп (мисливство), які заповнялися впродовж 2000–2014 рр. користувачами мисливських угідь і головними управлінцями статистики вказаних областей.

Математико-статистичну обробку результатів досліджень проводили за загальноприйнятими методиками [11, 12] на ПК з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel 2010 та SPSS Statistics 17.0. Ключовими аналітичними критеріями були обрані коефіцієнти лінійної кореляції ( $r$ ), детермінації ( $R^2$ ) та еластичності ( $E_i$ ). Останній трансформували коефіцієнти регресії у відносні сумірні величини і демонстрували на скільки відсотків змінюється результативна ознака з варіюванням факторної на 1% від своїх середніх значень.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В Україні існують територіальні угруповання вовка – карпатське, поліське та степове, як частини географічних популяцій у масштабах ареалу цього виду (карпатське – Карпатської; поліське – Руської рівнини; степове – ймовірно, має зв'яз-

ки з обома географічними популяціями). Для усіх перелічених угруповань донині характерною була тенденція до збільшення чисельності та експансія в райони, де впродовж останніх десятиліть вид взагалі не траплявся [5].

На початку ХХІ ст. щільність поліського угруповання вовка була на доволі високому рівні і варіювала у межах 0,05–0,09 особини/тис. га. Аналіз чисельності козулі європейської засвідчив її високий зворотний кореляційний зв'язок ( $r = -0,896$ ;  $p < 0,001$ ) з динамікою чисельності хижака в Українському Поліссі (табл.). До того ж на одного хижака впродовж 15 років досліджень припадало від 41,6 (2000 р.) до 113,1 (2014 р.) особини сарн. Виявлено, що зі зниженням чисельності вовка у 1,6 раза місцеве поголів'я козулі лінійно збільшувалося в 1,7 раза. Обчислений коефіцієнт еластичності свідчить, що зміни були функціональними у співвідношенні 1,0% особин хижака до 1,1% особин виду-жертви ( $p < 0,001$ ). Отже, за скорочення чисельності вовка на одну особину припадало пропорційне збільшення чисельності сарн на 68,0 особин ( $E = -1,1$ ;  $p < 0,001$ ) упродовж усередненого року. Звідси можна вирахувати умовну добову «потребу» на одного хижака (0,19 особини козулі), що у біомасі може сягати 0,2–5,3 кг/добу, залежно від живої ваги жертви [13–17]. Зауважимо, що у трьох досліджуваних північних областях зв'язок між чисельностями вовка (lim = 331–538 особин) та козулі (lim = 21737–37442 особини), облікованих роком пізніше, був дещо тіснішим ( $r = -0,907$ ;  $p < 0,001$ ), що можна пояснити меншим впливом на математичну модель показників вилучення хижаків упродовж мисливського сезону. Останні в деякі роки становили 27,5–52,8% від чисельності угруповання і тому майже не впливали на формування щільності сарни європейської ( $r = -0,491$ ;  $p < 0,1$ ). Ймовірно, більшу функціональну роль в цих умовах відіграв показник річного приросту особин вовка, що значною мірою був пропорційним чисельності хижаків, які уціліли після попереднього сезону полювання. З виявле-

**Параметри лінійної регресії між чисельностями вовка (*Canis lupus L.*)  
і фоновими видами оленевих (*Cervidae*) в Україні, за регіонами**

Показники	Вид тварин					
	Полісся		Лісостеп		Степ	Карпати
	лось	козуля	лось	козуля	козуля	козуля
Коефіцієнт кореляції, $r$	-0,835	-0,896	0,064	0,072	-0,614	0,112
Значущість коефіцієнта кореляції, $p$	0,001	0,001	-	-	0,05	-
Коефіцієнт детермінації, $R^2$	0,697	0,803	0,004	0,005	0,377	0,013
Коефіцієнт еластичності, $E$	-1,2	-1,1	-	-	-0,18	-
Значущість коефіцієнта еластичності, $p_E$	0,001	0,001	-	-	0,01	-

них закономірностей можна припустити, що еколого-географічний вплив вовка на скорочення чисельності популяції козулі мав переважаючий сезонний характер (весна – літо) та/або більше орієнтувався на знищення молодняку. Зважаючи на дані регресійної моделі, наведені зміни були закономірними у 80,3% проаналізованих випадків ( $R^2 = 0,803$ ).

Аналіз чисельності лося також засвідчив про високий обернений корелятивний зв'язок з чисельністю вовка у поліських угіддях ( $r = -0,835$ ;  $p < 0,001$ ). Упродовж 15-ти років на одного хижака у районі дослідження припадало від 4,7 (2002 р.) до 12,9 (2014 р.) особини виду-жертви. Коефіцієнт еластичності був дещо вищим, ніж у зв'язці «вовк – сарна» та засвідчував, що зміни були функціональними у співвідношенні 1,0% особин хижака до 1,2% особин виду-жертви ( $p < 0,001$ ). Так, унаслідок зменшення чисельності вовка на одну особину пропорційно збільшувалася чисельність лося – на 7,3 особини впродовж усередненого облікового року. Звідси можна вирахувати умовний розподіл виду-жертви на одного хижака – 0,02 особини лося/день, що у біомасі могло сягати 0,12–7,6 кг/добу і більше, залежно від живої маси жертви [18–20]. Як і у прикладі з сарною, у північних областях досліджень зв'язок між чисельністю видів вовка та лося, облікованих роком пізніше, був дещо тіснішим ( $r = -0,879$ ;  $p < 0,001$ ). Оцінка регре-

сійної моделі засвідчила, що наведені зміни були закономірними у 69,7% випадків ( $R^2 = 0,697$ ) серед аналітичної вибірки.

Тому маємо всі підстави констатувати, що хижацтво вовка, за усередненої щільності угруповання  $0,07 \pm 0,003$  особини/тис. га, стосовно поліських угруповань лося та сарни європейської наразі є одним з переважаючих екологічних чинників щодо регулювання у цих районах чисельності аборигенних видів.

Із просуванням углиб Лісостепу щільність вовка різко знижується ( $\lim = 0,001$ – $0,01$  особини/тис. га) і є меншою порівняно з Поліссям у 11,9 раза. Очевидно, перекочовування виду із сусідніх регіонів наразі є головним способом його експансії Українського лісостепу, оскільки показники вилучення цих хижаків у деякі роки переважали дані їх обліків на 600%, тоді як єдиним вірогідним статистичним маркером був коефіцієнт кореляції середнього рівня між показниками вилучення особин вовка і чисельністю козулі, облікованих роком пізніше ( $r = 0,503$ ;  $p < 0,1$ ). За таких умов у районах досліджень істотного впливу хижака на угруповання козулі ( $\lim = 13474$ – $16169$  особин) і лося ( $\lim = 245$ – $402$  особин) нами не підтверджено. Те саме стосується і Карпатського регіону, де за найбільшої щільності вовка ( $\lim = 0,09$ – $0,31$  особини/тис. га) не було зафіксовано жодних закономірностей між чисельністю хижаків та сарн, щільність

яких також була найвищою ( $\lim = 4,78-8,22$  особини/тис. га).

У Степу щільність вовка значно переважала відповідні показники решти рівнинних регіонів і сягала позначок 0,06–0,12 особини/тис. га, що відразу знайшло відображення в оберненому функціональному зв'язку з чисельністю популяції козулі. Лінійна кореляція була помітною —  $r = -0,614$ , за статистичної значущості  $p < 0,001$ . Натомість коефіцієнт детермінації був слабким і умовно характеризував частоту очікуваних результатів лише на 37,7% від проаналізованих випадків. Так, за скорочення чисельності вовка на одну особину, невірогідно, припадало пропорційне збільшення чисельності сарн на 8,5 особини ( $E = -0,18$ ;  $p < 0,01$ ) впродовж усередненого року. Отже, умовна добова «потреба» козуль на одного хижака сягала 0,02 особини, що у біомасі могло становити 0,02–0,66 кг/добу, залежно від живої ваги жертви [13–17].

Порівняно слабший функціональний зв'язок у трофічній системі «вовк – козуля» у цьому разі можна пояснити тим, що в зоні Полісся, Лісостепу та Карпат, незалежно від режиму природокористування територіями, найбільше значення в раціонах вовка мають ратичні — до 44%. Натомість у Степу основу живлення хижака становлять інші види (гризуни, свійські тварини, рослини тощо), а дикі копитні — лише 12% від загального раціону [1, 5].

Станом на 2017 р. сумарна чисельність територіальних угруповань української популяції вовка становила 2084 особини за щільності 0,05 особини/тис. га мисливських угідь. Але зважаючи на стрімке скорочення площ останніх у державі — на 15,6% лише за останні три роки [21], а також на значну частку неохоплених об'єктами природних і напівприродних територій, зокрема Чорнобильської зони відчуження та об'єктів природно-заповідного фонду [22], можна припустити, що реальна чисельність виду в Україні наразі сягає 2,3–2,5 тис. особин. Слід зауважити, що у деяких країнах Євросоюзу (Франція, Фінляндія та ін.), куди вовк не повертається

після винищення у XIX–XX ст., щільність хижака нині є меншою у 4,5–4,7 раза порівняно з Україною, однак вид, все одно, піддається скороченню шляхом добування [23–26], незважаючи на його охорону відповідно до Додатку II (Види фауни, що підлягають суворій охороні) Бернської конвенції (1979 р.), ратифікованої державами-членами ЄС. Згідно з положеннями Закону України 436/96-ВР від 29.10.1996 р. (частина 2, стаття 1) «Про приєднання України до Конвенції 1979 року про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі» (із застереженнями), обмеження вказаної Конвенції у частині заборони регулювання чисельності вовка на державу не поширюються. Тому, вважаємо, що подібні заходи надалі мають здійснюватися за європейським прикладом, першочергово у Поліському та Степовому регіонах держави.

## ВИСНОВКИ

Еколого-географічні особливості впливу територіальних популяцій вовка (*Canis lupus* L.) на фоніві види оленевих (*Cervidae*) у різних регіонах України характеризуються істотними відмінностями. Так, в умовах Українського Полісся на початку XXI ст. негативний вплив вовка значно проявлявся щодо угруповань козулі європейської ( $r = -0,896$ ;  $E = -1,1$ ;  $p < 0,001$ ) та лося ( $r = -0,835$ ;  $E = -1,2$ ;  $p < 0,001$ ). Меншою мірою — на степове угруповання козулі ( $r = -0,614$ ;  $E = -0,18$ ;  $p < 0,01$ ). Вірогідних статистичних зв'язків між динамікою чисельності вовка та лося і козулі у Лісостеповому та Карпатському регіонах не виявлено.

Загалом, в Україні чисельність вовка становить понад 2 тис. особин, що в декілька разів перевищує показники щільності цього хижака у більшості країн Євросоюзу, де його чисельність знову змушені регулювати. Тому, на нашу думку, нещодавно поставлене на голосування Верховною Радою України питання щодо обмеження експлуатації популяції вовка чи надання виду охоронного статусу в науковому та господарському аспектах розглядати наразі недоцільно.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шквиря М.Г. Поширення, особливості екології та поведінки вовка (*Canis lupus*) на території України: дис. ... канд. біол. наук / М.Г. Шквиря. — К., 2008. — 182 с.
2. Моніторинг чисельності, розселення та добування мисливських видів тварин [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://biomon.org/cadastre/2tp-hunting>
3. Делеган І.В. Біологія лісових звірів і птахів / І.В. Делеган, І.І. Делеган. — Львів: Поллі, 2005. — 600 с.
4. Мисливствознавство: навч. посіб. / [В.Д. Бондаренко, І.В. Делеган, К.А. Татаринов та ін.] — К., 1993. — 200 с.
5. Шквиря М.Г. Поширення, особливості екології та поведінки вовка (*Canis lupus*) на території України: автореф. дис. ... канд. біол. наук: спец. 03.00.08 «Зоологія» / М.Г. Шквиря. — К., 2008. — 21 с.
6. Бондаренко В.Д. Біотехнія: навч. посіб. Ч. 1. / В.Д. Бондаренко. — Львів, 1998. — 260 с.
7. Жила С. Вовк, дикі копитні та велика рогата худоба на півночі Житомирщини: вибірковість хижацтва / С. Жила // Праці теріологічної школи: Фауна в антропогенному середовищі. — 2006. — Вип. 8. — С. 160–164.
8. Павленко А.В. Обґрунтування екологічної ефективності природоохоронної діяльності зі збереження біорізноманіття (на прикладі Чернігівської області): автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: за спец. 03.00.16 «Екологія» / А.В. Павленко. — К., 2018. — 22 с.
9. Волох А.М. Великі ссавці Південної України в ХХ ст. (динаміка ареалів, чисельності, охорона та управління): автореф. дис. ... д-ра біол. наук: за спец. 03.00.08 «Зоологія» / А.М. Волох. — К., 2004. — 35 с.
10. Галака Б.А. Расширение ареала лося на Украине / Б.А. Галака // Биология и промысел лося: Сб. трудов. — М., 1964. — С. 35–43.
11. Плохинский Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. — М., 1970. — 367 с.
12. Множественная регрессия в SPSS [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://docplayer.ru/34792153-Mnozhestvennaya-regressiya-v-spss.html>
13. Европейская и сибирская косули: Систематика, экология, поведение, рациональное использование и охрана. — М.: Наука, 1992. — 399 с.
14. Janiszewski P. Biometric characteristics of roebucks (*Capreolus capreolus*) from Tabórz Forests, Poland / P. Janiszewski, S. Kolasa // Baltic Forestry. — 2007. — Vol. 13 (2). — P. 215–220.
15. Тимофеева Е.К. Косуля / Е.К. Тимофеева. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1985. — 224 с.
16. Janiszewski P. Wpływ czynników przyrodniczych i terminu odstrzału na masę tuszy sarny europejskiej (*Capreolus capreolus* L.) / P. Janiszewski, T. Daszkiewicz, A. Gugolek // Leś. Pr. Bad. — 2009. — Vol. 70 (2). — P. 123–130.
17. Pelliccioni E.R. Early body development of roe deer *Capreolus capreolus* in a sub-Mediterranean ecosystem / E.R. Pelliccioni, M. Scremin, S. Toso // Wild. Biol. — 2004. — Vol. 10 (2). — P. 107–113.
18. Comparing body condition of moose selected by wolves and human hunter's: consequences for the extent of compensatory mortality / [H. Sand, C. Wikenros, P. Ahlqvist et al.] // Can J Zool. — 2012. — Vol. 90. — P. 403–412.
19. Hebblewhite M. Consequences of ratio-dependent predation by wolves for elk population dynamics / M. Hebblewhite // Popul Ecol. — 2013. — Vol. 55. — P. 511–522.
20. Данилкин А.А. Дикие копытные в охотничьем хозяйстве / А.А. Данилкин. — М.: ГЕОС, 2006. — 366 с.
21. Шеремет І. Характеристика стану справ в мисливському господарстві галузі [Електронний ресурс] / Державне агентство лісових ресурсів України. — Режим доступу: [http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art\\_id=118-322&cat\\_id=81209](http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=118-322&cat_id=81209)
22. Гащак С.П. Фауна хребетних тварин Чорнобильської зони відчуження (Україна) / С.П. Гащак, Д.О. Вишневський, О.О. Заліський; за заг. ред. С.П. Гащака. — Славутич, 2006. — 100 с.
23. Во Франции увеличат популяцию волков [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.interfax.ru/world/600689>
24. Евразийский волк [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
25. Финляндия разрешила отстрел волков, несмотря на протесты [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://www.bbc.com/russian/news/2016/01/160123\\_finland\\_wolves\\_cull](https://www.bbc.com/russian/news/2016/01/160123_finland_wolves_cull)
26. Harmless or vicious hunter? The uneasy return of Europe's wolves [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.theguardian.com/environment/2018/jan/26/harmless-or-vicious-hunter-the-uneasy-return-of-europes-wolves>

REFERENCES

1. Shkvyria, M.H. (2008). Poshyrennya, osoblyvosti ekolohiyi ta povedinky vovka (*Canis lupus*) na terytoryi Ukrainy [Distribution, peculiarities of the ecology and behavior of the wolf (*Canis lupus*) on the territory of Ukraine]. *Candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
2. Monitorynh chyselnosti, rozselennia ta dobuвання myslyvskykh vydiv tvaryn [Monitoring of the number, resettlement and extraction of hunting species of animals]. *biomon.org*. Retrieved from <http://biomon.org/cadastre/2tp-hunting> [in Ukrainian].
3. Delehan, I.V. & Delehan, I.I. (2005). *Biolojiya lisovykh zviriv i ptakhiv [Biology of forest animals and birds]*. Lviv: Polly [in Ukrainian].



4. Bondarenko, V.D., Delehan, I.V., Tatarynov, K.A. et al. (1993). *Myslyestvoznavstvo [Hunting Science]*. Kyiv [in Ukrainian].
5. Shkvyria, M.H. (2008). Poshyrennya, osoblyvosti ekolohiyi ta povedinky vovka (*Canis lupus*) na terytoriyi Ukrainy [Distribution, features of ecology and behavior of the wolf (*Canis lupus*) on the territory of Ukraine]. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
6. Bondarenko, V.D. (1998). *Biotehniya [Biotechnology]*. (Vol. 1). Lviv [in Ukrainian].
7. Zhyla, S. (2006). Vovk, dyki kopytni ta velyka rohata khudoba na pivnochi Zhytomyrshchyny: vybirkovist khyzhatstva [Wolf, wild ungulates and cattle in the north of Zhytomyr region: selectivity of predation]. *Pratsi teriologichnoyi shkoly: Fauna v antropohennomu seredovyshchi – Proceedings of the teriological school: Fauna in anthropogenic environment*, 8, 160–164 [in Ukrainian].
8. Pavlenko, A.V. (2018). Obgruntuvannya ekolohichnoyi efektyvnosti pryrodookhoronnoyi diyalnosti zi zberezhennya bioriznomanittya (na prykladi Chernihivskoyi oblasti) [Justification of ecological efficiency of nature conservation activity on biodiversity conservation (for example, Chernihiv region)]. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
9. Volokh, A.M. (2004). Velyki ssavtsi Pivdennoyi Ukrainy v KHKH st.(dynamika arealiv, chyselnosti, okhrona ta upravlinnya) [Large mammals of Southern Ukraine in the twentieth century (dynamics of habitats, numbers, protection and management)]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
10. Galaka, B.A. (1964). Rasshireniye areala losya na Ukraine [The expansion of the range of moose in Ukraine]. *Biologiya i promysel losya: Sb. trudov. [Biology and fishing for elk: Sat. works]*. Moskva [in Russian].
11. Plohinskij, N.A. (1970). *Biometriya [Biometrics]*. Moskva [in Russian].
12. Mnozhestvennaya regressiya v SPSS [Multiple regression in SPSS]. *docplayer.ru*. Retrieved from <http://docplayer.ru/34792153-Mnozhestvennaya-regressiya-v-spss.html> [in Russian].
13. *European and Siberian roe deer: Systematics, ecology, behavior, rational use and protection* (1992). Moskva: Nauka [in Russian].
14. Janiszewski, P. & Kolasa, S. (2007). Biometric characteristics of roebucks (*Capreolus capreolus*) from Tabórz Forests. *Baltic Forestry*, 13 (2), 215–220 [in English].
15. Timofeeva, E.K. (1985). *Kosulya [Roe]*. Leningrad: Izd-vo Leningradskogo universiteta [in Russian].
16. Janiszewski, P., Daszkiewicz, T., & Gugolek, A. (2009). Wplyw czynników przyrodniczych i terminu odstrzału na masę tuszy sarny europejskiej (*Capreolus capreolus* L.) [The impact of natural factors and the date of shooting on the weight of the European roe deer carcass (*Capreolus capreolus* L.)]. *Leś. Pr. Bad.*, 70 (2), 123–130 [in Polish].
17. Pelliccioni, E.R., Scremin, M., & Toso S. (2004). Early body development of roe deer *Capreolus capreolus* in a sub-Mediterranean ecosystem. *Wild. Biol.*, 10 (2), 107–113 [in English].
18. Sand, H., Wikenros, C., & Ahlqvist, P. et al. (2012). Comparing body condition of moose selected by wolves and human hunter's: consequences for the extent of compensatory mortality. *Can. J. Zool.*, 90, 403–412 [in English].
19. Hebblewhite, M. (2013). Consequences of ratio-dependent predation by wolves for elk population dynamics. *Popul. Ecol.*, 55, 511–522 [in English].
20. Danilkin, A.A. (2006). *Dikiye kopytnyye v okhotnich'ym khozyaystve [Wild ungulates in hunting]*. Moskva: GEOS [in Russian].
21. Sheremet, I. Kharakterystyka stanu sprav v myslivskomu hospodarstvi haluzi [Characteristics of the situation in the hunting industry]. *dkg.kmu.gov.ua*. Retrieved from [http://dkg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art\\_id=118322&cat\\_id=81209](http://dkg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=118322&cat_id=81209) [in Ukrainian].
22. Gashchak, S.P., Vyshnevskiy, D.O., Zaliskiy, O.O. (2006). *Fauna khrebetnykh tvaryn Chornobyl'skoi zony vidchuzhennia (Ukraina) [Fauna of Vertebrates of the Chernobyl Exclusion Zone (Ukraine)]* S.P. Gashchak (Ed.). Slavutych [in Ukrainian].
23. Vo Frantsii uvelichat populyatsiyu volkov [In France, will increase the population of wolves]. *www.interfax.ru*. Retrieved from <https://www.interfax.ru/world/600689> [in Russian].
24. Yevraziyskiy volk [Eurasian wolf]. *ru.wikipedia.org*. Retrieved from <https://ru.wikipedia.org/wiki/> [in Ukrainian].
25. Finlyandiya razreshila otstrel volkov, nesmotrya na protesty [Finland allowed the shooting of wolves, despite the protests]. *www.bbc.com*. Retrieved from [https://www.bbc.com/russian/news/2016/01/160123\\_finland\\_wolves\\_cull](https://www.bbc.com/russian/news/2016/01/160123_finland_wolves_cull) [in Russian].
26. Harmless or vicious hunter? The uneasy return of Europe's wolves. *www.theguardian.com*. Retrieved from <https://www.theguardian.com/environment/2018/jan/26/harmless-or-vicious-hunter-the-uneasy-return-of-europes-wolves> [in English].

Отримано 13.11.2018

## РАДІОЛОГІЧНО КРИТИЧНІ ЕКОСИСТЕМИ ТА ЇХ РОЛЬ У ФОРМУВАННІ ЗАБРУДНЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Г.М. Чоботько, В.П. Ландін, І.І. Ясковець,  
Л.А. Райчук, І.К. Швиденко

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Обґрунтовано, що з'ясування критичних екосистем та закономірностей їх існування є необхідним завданням, що надає змогу визначати дозове навантаження на населення території Українського Полісся, забрудненої радіонуклідами, у віддалений період після аварії на ЧАЕС. Аналіз результатів спостережень за накопиченням радіонуклідів у різних типах ґрунтів і надходженням їх у рослини в зоні радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС засвідчив неоднакові темпи зниження їх питомої активності. Висвітлено, що неоднорідність динаміки цього зниження обумовлено такими властивостями торфових та торфоболотних ґрунтів, як високий ступінь зволоження та перезволоження.*

**Ключові слова:** критичні екосистеми, міграція радіонуклідів, сіножаті та пасовища, коефіцієнт переходу радіонукліда.

---

Забезпечення умов коеволуції людини та біосфери потребує системного аналізу взаємодії людини та навколишнього природного середовища. Одним із пріоритетів Стратегії Державної екологічної політики України на період до 2020 р. є моніторинг стану довкілля, контроль у сфері охорони навколишнього природного середовища і забезпечення екологічної безпеки. Тому особливого значення набуває радіаційний моніторинг у аграрній сфері, що є основним джерелом одержання регулярної системно-організаційної інформації щодо просторового перерозподілу радіонуклідів, інтенсивності їх міграції трофічними ланцюгами. Адже саме споживання забрудненої сільськогосподарської продукції залишається основним джерелом надходження радіонуклідів до організму людини, що і визначає значення дози опромінення населення. Екологічні особливості умов життєдіяльності населення північних районів Полісся, його органічний зв'язок з навколишніми екосистемами (лісовими, лучними та болотними) є чинником формування

напруженої радіоекологічної ситуації, навіть за низької щільності радіонуклідного забруднення ґрунтів (дерново-підзолисті, торфоболотні) унаслідок значних коефіцієнтів переходу (КП) радіонуклідів із ґрунту в рослинницьку продукцію.

Поряд із тим трансформація соціально-економічних і трудових відносин у агропромисловому виробництві, зміни умов господарювання, радіологічної ситуації, що відбулися після Чорнобильської катастрофи, обумовлюють оптимізацію підходів та удосконалення напрямів радіаційного контролю, високого рівня його наукового забезпечення з метою підвищення ефективності, якості, узгодження та гармонізації з новими економічними та соціальними пріоритетами розвитку [1]. Головним завданням радіоекологічного моніторингу селітебних територій у регіоні Українського Полісся є виявлення критичних екосистем як джерел надходження радіонуклідів у організм людини. Основними радіонуклідами, що формують рівень радіаційної напруженості забруднених агроекосистем, наразі є  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ . Надходження їх в організм людини з продуктами харчування від-

бувається, переважно, внаслідок переходу з ґрунту в рослини і далі — в продукцію тваринництва [2].

Мета роботи — визначення радіологічно критичних екосистем та інтенсивності переходу радіонуклідів у сільськогосподарську продукцію на забруднених територіях Українського Полісся.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У роботі використовували результати власних досліджень, загальнодоступні дані національної інформаційної бази (статистичні та фондові дані), нормативні документи, електронні і друковані наукові та довідкові матеріали як вітчизняних, так і іноземних джерел, оприлюднені результати радіологічних досліджень Полісся України тощо.

Дослідження природних екосистем на радіоактивне забруднення проводили у постраждалих унаслідок аварії на ЧАЕС регіонах Українського Полісся (Волинська, Житомирська, Київська, Рівненська, Чернігівська області). Використовували стандартні методики та інструкції для відбору зразків, їх підготовки та проведення лабораторних аналізів [3, 4]. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою Microsoft Excel 2016 та OriginPro 9.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дозове навантаження на населення території Українського Полісся зумовлено радіоекологічною ситуацією в певних екосистемах, що мають складну гідрологію, а отже, потребують особливої уваги стосовно її впливу на фізико-хімічні властивості ґрунтів і, зрештою, на міграцію радіонуклідів. Для Українського Полісся особливе значення мають природні кормові угіддя — випаси та сіножаті, а також лісові екосистеми, що можуть формувати значні дозові навантаження через забруднені радіонуклідами лісові продукти: гриби, лісові ягоди, дичину тощо [5].

Результати досліджень свідчать, що лише системний моніторинг міграції радіонуклідів трофічними ланцюгами: від ґрунту до людини дає змогу встановити і аналі-

зувати проблему критичних екосистем, що формують дозові навантаження у населення регіону, постраждалого внаслідок аварії на ЧАЕС [6]. Під критичністю екосистеми певного регіону розуміють низку таких її параметрів, що можуть мимовільно або під впливом зовнішніх чинників змінюватися, що своєю чергою спричиняє збільшення дози опромінення його мешканців [7]. Основними показниками оцінювання рівня критичності екосистем є:

- рівень їх поверхневого радіологічного забруднення, що визначає можливість формування забруднених радіонуклідами кормів та продуктів харчування;
- значення КП у системі «ґрунт — кормові рослини» (або «ґрунт — продукти лісового походження»);
- для пасовищ і сіножатей — рівні забруднення сіна, а також молока та м'яса від худоби, яка споживає корми з цих угідь;
- для лісових екосистем — наявність та перевищення встановлених допустимих рівнів забруднення лісових продуктів;
- інтегральний показник — дозові навантаження населення.

Слід наголосити, що аналіз радіонуклідного забруднення екосистеми, визначення його критичних рівнів залежить від особливостей міграції радіонуклідів у певній екосистемі, а також рівня радіонуклідного забруднення її окремих ланок. Це може статися за перевищення допустимих рівнів питомої активності радіонуклідів у сні, траві, овочах, молоці, м'ясі, лісових грибах і ягодах. Оскільки проаналізовані нами екосистеми є антропоцентричними, тобто центральною їх ланкою є людина, що мешкає на досліджуваній території, то контрольним елементом у цій екосистемі є саме людина і доза, яку вона отримує внаслідок внутрішнього, а інколи і зовнішнього опромінення. До того ж кількісним критерієм внеску критичних екосистем у формування дози опромінення населення може бути оцінка рівня її радіонуклідного забруднення, що порівнюється з допустимими рівнями [8].

Питомий внесок критичних екосистем у дозове навантаження на населення ви-



значається шляхом аналізу КП та горизонтального перенесення радіонуклідів, стимульованого антропогенною діяльністю. На ці механізми міграції радіонуклідів впливають як погодні умови, так і ландшафтні особливості території. Внаслідок господарської діяльності населення відбувається перенесення радіонуклідів з урочищ («сіно — гній») та лісу («дрова — зола — добрива») на присадибні ділянки. Тому такі ланцюги перенесення забруднювачів унаслідок взаємодії населення не лише з агроекосистемами, а й з лісовими та лучними екосистемами потребують постійного моніторингу.

Слід зауважити, що відповідні дослідження у зоні Чорнобильської катастрофи свідчать: ліс та пасовища є основними об'єктами уваги й дослідження радіоекологів у майбутньому для контролю міграції радіонуклідів; продукція підсобних приватних господарств не повинна використовуватися безконтрольно. Так, радіонукліди, що випали на території України, формують три основні потоки міграції харчовими ланцюгами [9–11]:

- надходження  $^{137}\text{Cs}$  із пасовищ (через продукти тваринництва цей потік формує основну частину дози внутрішнього опромінення населення — в середньому 70% від загальної дози для деяких районів Полісся);

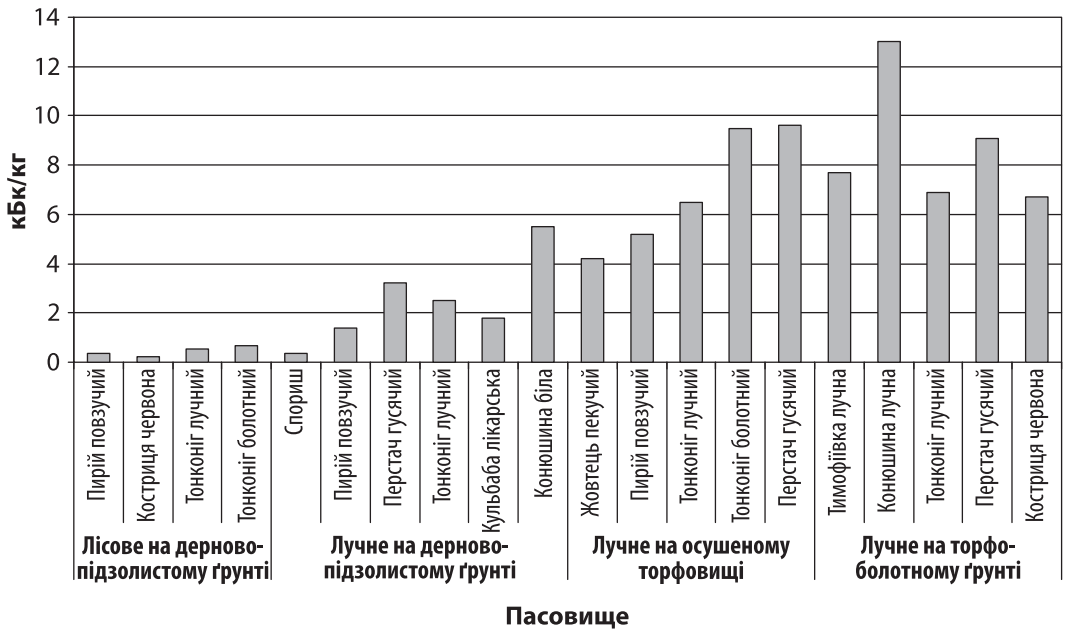
- внесення забрудненого радіонуклідом гною на городи (в середньому — 1000–8000 Бк/кг), що через вирощену продукцію формує у споживача — у середньому 10% від загальної дози;

- вживання харчової продукції лісового походження (грибів, ягід) і використання деревини як палива (збільшення дози внутрішнього опромінення населення на 20% і вище).

Дослідження закономірностей міграції  $^{137}\text{Cs}$  у біологічному ланцюзі «грунт — пасовищна рослинність» проводили на природних пасовищах Дубровицького р-ну Рівненської обл., які є типовими для переважної більшості природних угідь зони Полісся. Аналіз радіаційно забруднених територій демонструє помітну просторову

неоднорідність рівня радіонуклідного забруднення поверхневого шару ґрунту майже кожного урочища, а отже, і вирощеної в цих умовах рослинницької продукції. Це зумовлено нерівномірністю повітряного перенесення радіонуклідів та строкатістю ландшафту, зливом забруднювачів стічними водами, відмінностями між типами ґрунтів тощо. Одержані нами результати свідчать про високу щільність радіонуклідного забруднення ґрунту та рослинності у шарі 0–5,0 см.

Лучна і пасовищна рослинність накопичує у своїй надземній біомасі значно більшу кількість радіонуклідів порівняно з культурами польових сівозмін, що зумовлено підвищеною їх концентрацією в дернині. Крім того, щільнокущові злаки (костриця, тонконіг) накопичують у тканинах більше  $^{137}\text{Cs}$ , ніж кореневищні (пирій повзучий, стоколос безостий), унаслідок того, що основна маса їхніх коренів зосереджується у верхньому, найбільш забрудненому радіонуклідами шарі ґрунту [12]. Однак серед основних ботанічних груп заплавлених лук злакові відрізняються нижчим рівнем вмісту вказаного радіонукліда у надземній біомасі. Решта ботанічних груп лучних рослин за накопиченням радіонуклідів розташовуються у такому зростаючому порядку: осокові > бобові > різнотрав'я [13–14]. Дані про накопичення  $^{137}\text{Cs}$  різними видами пасовищних рослин наведено на рисунку. У весняно-літньому періоді вегетації питома активність зеленої маси пасовищних трав була нижчою і змінювалась залежно від видів рослин на дерново-підзолистому ґрунті у межах 0,24–5,5 кБк/кг; на торфовому — у межах 4,2–13,0 кБк/кг. Натомість питома активність зеленої маси на торфових ґрунтах була у 1,5–4,5 раза вищою порівняно з такою на дерново-підзолистих ґрунтах. У літньо-осінній період відмінності у накопиченні  $^{137}\text{Cs}$  видами пасовищних рослин зберігалися. Найбільшу кількість  $^{137}\text{Cs}$  в обох періодах дослідження накопичували перстач гусячий, тонконіг болотний, конюшина лучна і повзуча, горошок мишачий (кБк/кг): на дерново-підзолистому ґрунті —



Ботанічний склад та питома активність <sup>137</sup>Cs у травості природних пасовищ

0,65–5,5, на торфовому – 9,1–13,0. Порівняно незначну питому активність <sup>137</sup>Cs зафіксовано у зеленій масі вівсяниці червоної, грястиці збірної, пирію повзучого, жовтцю пекучого – 0,24–1,4; 4,2–6,7 кБк/кг відповідно. Бобові компоненти у складі пасовищного корму мали у 1,5–4,0 рази вищу концентрацію <sup>137</sup>Cs у зеленій масі, ніж злакові.

Накопичення <sup>137</sup>Cs у травості лук різних типів зменшується у такій послідовності: болотні луки > заплавні і низинні луки > суходільні луки. Максимальні КП радіонуклідів є властивими для болотних лук на органогенних ґрунтах. Для інших типів лук найвищі значення КП радіонуклідів зафіксовано для рослин, які ростуть на кислих перезволожених дерново-підзолистих ґрунтах – низинних і заплавних, що свідчить про вплив їх гідрологічного режиму на біологічну рухомість <sup>137</sup>Cs у лучних екосистемах.

Аналіз отриманих даних багаторічних спостережень за динамікою рівня радіаційного забруднення різних типів ґрунтів і надходженням радіонуклідів у рослини

засвідчив, що темпи зниження накопичення радіонуклідів рослинами, які зростають на різних типах ґрунтів, є неоднаковими. Ймовірно, це спричинено тим, що на досліджуваних територіях домінують торфові та торфоболотні ґрунти, які характеризуються високим ступенем зволоження та низькими значеннями рН – 4,5–5,6 [15].

Серед кормів для великої рогатої худоби у зимово-стійловий період найвищим рівнем забруднення <sup>137</sup>Cs характеризується сіно та сінаж багаторічних трав (1112–1829 та 1036–1630 Бк/кг відповідно). Найнижчий рівень <sup>137</sup>Cs зафіксовано у соломі жита озимого – 164–329 Бк/кг.

Результати досліджень (табл.) дають змогу прогнозувати рівень забруднення кормових трав <sup>137</sup>Cs на території Полісся України.

Так, за використання в розрахунках середніх даних забрудненості території та коефіцієнтів переходу радіонукліда з ґрунту в рослини, сіно та сінаж травосумішок значення відповідних показників будуть нижчими від гігієнічних нормативів ДР-2006 лише на культурних пасовищах. Це

Прогнозована активність  $^{137}\text{Cs}$  (Бк/кг) у багаторічних травах

Вид угідь	Травосумішки		
	сіно	сінаж	зелена маса
Сіножать	507	269	127
Культурне пасовище	169	101	42
Природне пасовище	456	271	114

цілком прогнозовано, адже на вказаних угіддях, зазвичай, періодично вживають агротехнічних та агрохімічних заходів, які часто мають протирадіаційну спрямованість. Питома активність  $^{137}\text{Cs}$  у зеленій масі трав може перевищувати ДР-2006 на сіножаті. Тому бажано також вживати комплексу протирадіаційних заходів, а також ретельно підбирати склад травосумішок, віддаючи перевагу культурам, що менше накопичують радіонукліди. Однак слід зауважити, що навіть за умови вжиття всіх можливих контрзаходів деякі кормові угіддя залишатимуться ризикованими стосовно рівня радіаційного забруднення кормів упродовж тривалого часу. Тому для отримання тваринницької продукції у вказаному регіоні, що відповідатиме чинним гігієнічним нормативам на питому активність у ній радіонуклідів, необхідно періодично використовувати корми з екологічно чистих територій. Особливо це актуально за випасання худоби на лісових пасовищах.

## ВИСНОВКИ

Визначення критичних екосистем є необхідною складовою радіоекологічного

контролю, що надає змогу встановити ризики радіонуклідного забруднення рослинності на території Українського Полісся у віддалений період після аварії на ЧАЕС.

Встановлено, що спільним для всіх критичних екосистем агроландшафтів Українського Полісся є істотний вплив характеристик ґрунтів (тип ґрунту, кислотність ґрунтового розчину, вміст гумусу тощо) та фітоценозів (породний/видовий та сортовий склад, вік, фаза розвитку культури тощо).

Перерозподіл радіонуклідів у критичних екосистемах, забруднених унаслідок аварії на ЧАЕС регіонів Українського Полісся, коефіцієнти переходу та накопичення полутантів у сільськогосподарську продукцію залежать від особливостей агроландшафту, типу екосистем, ґрунтових та лісорослинних (лісові екосистеми) умов, рельєфу. Окрім того, навіть попри вжиття необхідних контрзаходів деякі кормові угіддя Українського Полісся залишатимуться й надалі потенційним джерелом понаднормового радіаційного забруднення кормів, а отже і продукції тваринництва, впродовж тривалого часу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Фурдичко О.І.* Реабілітація — стратегічний напрям управління радіоактивно забрудненими територіями / О.І. Фурдичко, М.Д. Кучма // *Агроекологічний журнал*. — 2008. — № 1. — С. 5–12.
2. *Гудков І.М.* Сучасна радіаційна ситуація в аграрній сфері на території України, Росії та Білорусі в зоні впливу аварії на Чорнобильській АЕС // *І.М. Гудков // Проблеми сільськогосподарської радіології: 17 років після аварії на Чорнобильській АЕС*. — Житомир, 2003. — С. 21–27.
3. Інструкція з відбору та підготовки зразків для радіометричного контролю продукції лісового господарства. — К., 1998. — 78 с.
4. Методичний посібник з організації проведення науково-дослідних робіт в галузі сільськогосподарської радіології в системі Міністерства сільського господарства і продовольства України. — К., 1992. — 127 с.
5. Соціально-екологічні чинники споживчої поведінки населення на радіоактивно забруднених територіях Полісся / Д.П. Качур, П.В. Замостян, Г.П. Паньковська та ін. // *Агроекологічний журнал*. — 2010. — С. 106–110. — (Спецвипуск).
6. Моніторинг сезонного розподілу дозових навантажень у населення, що мешкає в третій та четвертій зонах радіоекологічного контролю Україн-

ського Полісся / Г.М. Чоботко, Є.С. Перетятко, В.В. Конішчук, Л.А. Райчук // II Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю «Екологія/Ecology — 2009» (Вінниця, 23–26 вересня 2009 р.). — Вінниця, 2009. — С. 494–497.

7. Параметри критичних екосистем на території Українського Полісся / І.І. Ясковець, Ю.О. Кутлахметов, В.О. Кутлахметов та ін. // *Агроекологічний журнал*. — 2008. — № 1. — С. 18–21.

8. Особливості моделювання міграції радіонуклідів у критичних екосистемах на прикладі приватних господарств / В.А. Оніщук, Л.А. Прокопенко, Є.С. Перетятко та ін. // Міжн. конф. «Екологія: Проблеми адаптивно-ландшафтного землеробства» (Житомир, 16–18 червня 2005 р.). — Житомир, 2005. — С. 21–24.

9. *Ясковець І.І.* Прогнозування поведінки  $^{137}\text{Cs}$  у лісових екосистемах за допомогою математичного моделювання / І.І. Ясковець, Л.А. Прокопенко, Л.А. Райчук // *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. — 2009. — Вип. 134, Ч. 1. — С. 214–222.

10. Актуальные проблемы и задачи научного сопровождения производства сельскохозяйственной продукции в зоне радиоактивного загрязнения ЧАЭС / М.В. Зубец, Б.С. Пристер, Р.М. Алекса-

хин и др. // *Агроекологічний журнал*. — 2011. — № 1. — С. 5–20.

11. ЕКОМОДЕЛЬ: динамічна модель для радіоекологічної ситуації / В.А. Гірій, В.Р. Заїтов, В.А. Оніщук, І.І. Ясковець // *Агроекологія й біотехнологія*. — 1999. — № 3. — С. 25–34.

12. *Подольск А.Г.* Влияние агрохимических и агротехнических приемов улучшения основных типов лугов Белорусского Полесья на поступление в травостой  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.Г. Подольск. — Минск, 2002. — 21 с.

13. *Перепелятников Г.П.* Миграция радионуклидов в природных и полуприродных луговых экосистемах / Г.П. Перепелятников // *Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України: наук. праці Поліського філіалу УкрНДІЛГА*. — 2002. — Вип. 3 (9). — С. 118–139.

14. *Фещенко В.П.* Елементи мінімізації радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції / В.П. Фещенко, О.І. Дутов // *Агроекологічний журнал*. — 2011. — № 1. — С. 27–32.

15. «Волинський феномен»: факти, аналіз, причини / В.А. Гірій, І.І. Ясковець, В.Р. Заїтов та ін. // *Наука. Чорнобиль-97: Доп. наук.-практ. конф.* (Київ, 11–12 лютого 1998 р.). — К., 1998. — С. 129–137.

## REFERENCES

- Furdychko, O.I., & Kuchma, M.D. (2008). Reabilitatsiya — stratehichnyy napryam upravlinnyya radioaktivno zabrudnenymy terytoriyamy [Rehabilitation strategic management direction contaminated areas]. *Ahroekolohichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 1, 5–12 [in Ukrainian].
- Hudkov, I.M. (2003). Suchasna radiatsiyna sytuatsiya v aharniy sferi na terytoriyi Ukrayiny, Rosiyi ta Bilorusi v zoni vplyvu avariyi na Chornobylskiy AES [Current radiation situation in the agricultural sector in Ukraine, Belarus and Russia in the zone of the Chernobyl nuclear power plant]. *Proceedings from Problems of Agricultural Radiology 17 years after the Chernobyl nuclear power plant '03: Mizhnarodnyi zizd — International congress.* (pp. 21–27). Zhytomyr [in Ukrainian].
- Instruktsiia z vidboru ta pidhotovky vrazkiv dlia radiometrychnoho kontroliu produktsii lisovoho hospodarstva [Instructions for the collection and preparation of samples for the radiometric control of forestry products].* (1998). Kyiv [in Ukrainian].
- Metodychnyi posibnyk z orhanizatsii provedennia naukovy-doslidnykh robiv v haluzi silskohospodarskoi radiolohii v systemi Ministerstva silskoho hospodarstva i prodovolstva Ukrainy [Methodical manual on the organization of scientific research conducting in the field of agricultural radiology in the system of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine].* (1992). Kyiv [in Ukrainian].
- Kachur, D.P., Zamostian, P.V., Pankovska, H.P. et al. (2010). Sotsialno-ekolohichni chynnyky spozhychoi povedinky naselennia na radioaktyvno zabrudnenykh terytoriiakh Polissia [Socio-ecological factors of consumer behavior of the population in radioactively contaminated Polissya territories]. *Ahroekolohichnyy zhurnal — Agroecological journal*, Special issue, 106–110 [in Ukrainian].
- Chobotko, H.M., Peretyatko, Ye.Ye., Konishchuk, V.V., & Raichuk, L.A. (2009). Monitoryng sezonnoho rozpodilu dozovykh navantazhen u naselennya, shcho meshkaye v tretiy ta chetvertyy zonakh radioekolohichnoho kontrolyu Ukrayinskoho Polissya [Monitoring seasonal distribution of doses to the population living in the third and fourth zones of radiation monitoring Ukrainian Polissya]. *Proceedings from Ekolohiya/Ecology—2009 '09: II Vseukrayinskyi ziyzd ekolohiv z mizhnarodnoyu uchastyu, Zbirnyk naukovykh statey (23–26 veresnia 2009 r.) — 2nd All-Ukrainian Congress of Ecologists with International Participation.* (pp. 494–497). Vinnytsya [in Ukrainian].
- Yaskovets, I.I., Kutlakhmetov, Yu.O., & Kutlakhmetov, V.O. (2008). Parametry krytychnykh ekosystem na terytoriyi Ukrayinskoho Polissya [Parameters critical ecosystems in the territory of Ukrainian Polissya]. *Ahroekolohichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 1, 18–21 [in Ukrainian].
- Onishchuk, V.A., Prokopenko, L.A., & Peretyatko, Ye.Ye. (2005). Osoblyvosti modelyuvannya mihratsiyi radiounuklidiv u krytychnykh ekosystemakh na prykladi pryvatnykh hospodarstv [Features of modeling of radionuclide migration in critical ecosystems on the example of private households]. *Proceedings from Ecology: Problems of adaptive-landscape agriculture '05: Mizhnarodna konferentsiia —*

- International Conference.* (pp. 21–24). Zhytomyr [in Ukrainian].
9. Yaskovets, I.I., Prokopenko, L.A., & Raichuk, L.A. (2009). Prohnozuvannya povedinky  $^{137}\text{Cs}$  u lisovykh ekosystemakh za dopomohoyu matematychnoho modelyuvannya [Predicting the behavior of  $^{137}\text{Cs}$  in forest ecosystems using mathematical modeling]. *Naukovyy visnyk Natsionalnoho universytetu bioursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy – Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 134 (1), 214–222 [in Ukrainian].
  10. Zubets, M.V., Prister, B.S., & Aleksakhin, R.M. (2011). Aktualnye problemy i zadachi nauchnogo soprovozhdeniya proizvodstva sel'skokhozyaystvennoy produktsii v zone radioaktivnogo zagryazneniya ChAES [Current problems and challenges of scientific support of agricultural production in the area of radioactive contamination Chernobyl nuclear power plant]. *Agroekologichnyy zhurnal – Agroecological journal*, 1, 5–20 [in Russian].
  11. Hiri, V.A., Zayitov, V.P., Onyshchuk, V.A., & Yaskovets I.I. (1999). Ekomodel: dynamichna model dlya radioekologichnoyi sytuatsiyi [Ecomodel: dynamic model for Radiological situation]. *Ahroekologhiya y biotekhnologhiya – Agroecology and biotechnology*, 3, 25–34 [in Ukrainian].
  12. Podoliak, A.H. (2002). Vliyanye ahroekhnicheskyykh y ahrotekhnicheskyykh pryemov uluchsheniya osnovnykh tipov lufov Belorusskoho Polesia na postuplenye v travostoi  $^{137}\text{Cs}$  y  $^{90}\text{Sr}$  [Influence of agrochemical and agrotechnical methods of improvement of the main meadows types of the Belarusian Polesie on  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  ingestion by herbaceous]. *Extended abstract of Candidate's thesis.* Minsk [in Russian].
  13. Perepeliatnykov, H.P. (2002). Mihratsiya radionuklidov v prirodnykh i poluprirodnykh lufovykh ekosystemakh [Migration of radionuclides in natural and semi-natural meadow ecosystems]. *Problemy ekolohii lisiv i lisokorystuvannya na Polissi Ukrainy: nauk. pratsi Poliskoho filialu UkrNDILHA – Problems of forests and forest use ecology in the Polissya of Ukraine: sci. works of the Polissya branch of UkrRIFA*, 3 (9), 118–139 [in Russian].
  14. Feshchenko, V.P., & Dutov, O.I. (2011). Elementy minimizatsii radioaktyvnoho zabrudnennia sil'skohospodarskoi produktsii [Elements of minimization of agricultural products radioactive contamination]. *Ahroekologichnyy zhurnal – Agroecological journal*, 1, 27–32 [in Ukrainian].
  15. Harher, Ye.K., Hiri, V.A., & Yaskovets, I.I. (1998). Volynskyy fenomen: fakty, analiz, prychny [Volyn phenomenon: facts, analysis, reason]. Proceedings from Nauka. Chernobyl-97 '11: *Nauk.-prakt. konf. (11–12 liutoho 1998 r.) – The scientific and practical conference.* (pp. 129–137). Kyiv [in Ukrainian].

Отримано 6.11.2018

## РАДІОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ СІЛЬСЬКО-ГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Р.П. Паламарчук<sup>1</sup>, О.І. Трембіцька<sup>2</sup>, Т.В. Клименко<sup>2</sup>,  
С.В. Федорчук<sup>2</sup>, М.М. Лісовий<sup>3</sup>

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

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

<sup>3</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування України

Визначено щільність забруднення радіонуклідами  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  земель сільськогосподарського призначення Житомирської обл. та встановлено їх площі. Для польових досліджень використано методики аерохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення та гамма-зйомок території і визначення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у зразках ґрунту. Активність  $^{137}\text{Cs}$  визначали спектрометричним методом на приладі СЕГ-05Н з програмним забезпеченням «Прогрес»;  $^{90}\text{Sr}$  — спектрометричним методом на приладі СЕБ-01 з програмним забезпеченням АК-1. За 29-річний період (1986–2015) після аварії на ЧАЕС радіаційний стан ґрунтів сільськогосподарських угідь Житомирської обл. значно поліпшився. У 2011–2015 рр. площі сільськогосподарських земель області зі щільністю забруднення  $^{137}\text{Cs}$  у межах 37–185 та 186–555 кБк/м<sup>2</sup>;  $^{90}\text{Sr}$  — 0,74–5,55 та 5,56–111 кБк/м<sup>2</sup> порівняно з 2006–2010 рр. зменшились відповідно на 1,5 та 0,4% і 36,1 та 2,1% на тлі одночасного збільшення площ із щільністю забруднення  $^{137}\text{Cs}$  < 37 кБк/м<sup>2</sup> — на 1,9%;  $^{90}\text{Sr}$  < 0,74 кБк/м<sup>2</sup> — на 38,2%, або в 1,5 раза. Результати досліджень забруднення ґрунту сільськогосподарських угідь  $^{90}\text{Sr}$  свідчать, що нині їх площі за рівнями забруднення є такими: < 0,74 кБк/м<sup>2</sup> — 621,4 тис. га; 0,74–5,55 — 213,3; 5,56–111 кБк/м<sup>2</sup> — 11,1 тис. га, що становить 73,5; 25,2 та 1,3% відповідно від загальної площі обстеження. Встановлено, що площі сільськогосподарських угідь зі щільністю забруднення ґрунтів  $^{137}\text{Cs}$  < 37 кБк/м<sup>2</sup> становлять 89,2%; 37–185 — 10,3 та 186–555 кБк/м<sup>2</sup> — 0,5%;  $^{90}\text{Sr}$  < 0,74 кБк/м<sup>2</sup> становлять 73,5%; 0,74–5,55 — 25,2 та 5,56–111 кБк/м<sup>2</sup> — 1,3% від обстеженого обсягу. Зниження щільності забруднення радіонуклідами орних земель у шарі ґрунту 0–20 см відбувається інтенсивніше, ніж у інших видів сільськогосподарських угідь.

**Ключові слова:** радіоактивне забруднення, радіоцезій ( $^{137}\text{Cs}$ ), радіостронцій ( $^{90}\text{Sr}$ ), ґрунтовий покрив, щільність забруднення, моніторинг.

Забруднення значної території України радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС потребує постійного моніторингу радіаційної ситуації, особливо земель сільськогосподарського призначення відповідних регіонів [1–4].

Необхідним також є постійний контроль за рівнями вмісту  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у продукції рослинництва, продуктах харчування та питній воді згідно з вимогами ДГН ДР-2006 [5].

Як відомо, з перших днів після аварії на ЧАЕС і впродовж 29-ти років поспіль радіаційну ситуацію на забруднених агроценозах регіонів країни спільно вивчали фахівці Державної агрохімічної служби

України та інших міністерств, відомств і організацій.

Через масштабність радіоактивного забруднення, нестачу фінансових ресурсів, приладів і кваліфікованого персоналу встановлення початкової щільності забруднення радіонуклідами земель вдалося завершити лише у 1992 р. [6].

За результатами цих досліджень встановлено, що площі сільськогосподарських угідь України з рівнем забруднення  $^{137}\text{Cs}$  понад 37 кБк/м<sup>2</sup> становлять 1160,9 тис. га;  $^{90}\text{Sr}$  понад 0,74 кБк/м<sup>2</sup> — 3947,4 тис. га. Найбільш забрудненими як за щільністю, так і за площею виявилися землі Київської, Житомирської, Чернігівської, Рівненської, Черкаської та Вінницької областей [7, 8].



Загальна площа сільськогосподарських угідь Житомирської обл. з рівнем забруднення  $^{137}\text{Cs}$  37–555 кБк/м<sup>2</sup> становила 314,3 тис. га. Із них 64,2% — це орні землі. У структурі забруднених орних земель мінеральні та органічні ґрунти становили 88 та 12% відповідно [3].

На основі наукових досліджень були розроблені відповідні рекомендації: з виявлення і ліквідації наслідків аварії; ведення сільського і лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення території України; реалізації обласних програм щодо мінімізації наслідків аварії на ЧАЕС з ведення особистих підсобних та фермерських господарств на радіоактивно забрудненій території, а також приймалась значна кількість управлінських рішень щодо ліквідації наслідків цієї аварії [9–12].

Поряд із тим Закони України «Про охорону земель», «Про державний контроль за використанням та охороною земель» уповноважують Міністерство аграрної політики та продовольства України, як центральний орган виконавчої влади з питань аграрної політики в галузі охорони земель та проведення моніторингу ґрунтів і агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, обов'язково продовжувати здійснення моніторингу родючості ґрунтів та агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення з видачею агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки. У ньому зафіксовано початкові та поточні рівні забезпечення ґрунтів поживними речовинами, рівні їх забруднення важкими металами, токсичними речовинами та радіонуклідами з подальшою організацією розроблення та впровадження загальнодержавних і регіональних програм із збереження, відтворення та охорони родючості ґрунтів, ґрунтозахисних та екобезпечних технологій виробництва сільськогосподарської продукції, а також здійснення спостереження за зміною показників якісного стану ґрунтів унаслідок проведення господарської діяльності на землях сільськогосподарського призначення та формування національного, регіонального і місцевих інформаційних

банків даних про стан земель сільськогосподарського призначення [6, 13].

У 2013 р. Мінагрополітики України наказом (№ 198 від 20.03.2013 р.) делегувало здійснювати реалізацію цих функцій ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» та її територіальним філіям. Виконання цих вимог і визначило необхідність проведення досліджень щодо встановлення рівнів забруднення земель сільськогосподарського призначення  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ .

Мета роботи полягала у визначенні щільності забруднення радіонуклідами ґрунтів сільськогосподарських угідь Житомирської обл., встановленні обсягів їх площ за рівнями забруднення  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$ .

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень є сучасний радіоекологічний стан ґрунтового покриву земель сільськогосподарського призначення Житомирської обл. Предметом досліджень — ґрунтовий покрив земель сільськогосподарського призначення природно-кліматичних зон області (лісостепової та поліської). До лісостепової зони входять 6 адміністративно-територіальних районів області: Андрушівський, Бердичівський, Любарський, Попільнянський, Ружинський, Чуднівський, а до поліської — 17: Романівський, Житомирський, Новоград-Волинський, Коростишівський, Черняхівський, Баранівський, Хорошівський, Ємільчинський, Коростенський, Лугинський, Малинський, Народицький, Овруцький, Олевський, Радомишльський, Пулинський, Брусилівський.

Було узагальнено результати радіологічних досліджень Житомирської філії ДУ «Держґрунтохорона» за 2006–2015 рр.; проаналізовано щільність забруднення орного шару ґрунтового покриву сільськогосподарських угідь  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  та встановлено динаміку їх забруднення.

Польові дослідження проводили за відповідними методиками [14, 15], як і роботи щодо гамма-зйомки території, визначення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у зразках ґрунту [16]. Крім того, активність  $^{137}\text{Cs}$  визначали спектрометричним методом на

приладі СЕГ-05Н з програмним забезпеченням «Прогрес»;  $^{90}\text{Sr}$  – спектрометричним методом на приладі СЕБ-01 з програмним забезпеченням АК-1 у акредитованій випробувальній лабораторії Житомирської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України».

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За 29-річний період після аварії на ЧАЕС (1986–2015) унаслідок природних процесів (фізичного напіврозпаду  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$ , їх фіксації і перерозподілу в ґрунті)

та завдяки вжитим контрзаходам радіаційний стан ґрунтового покриву земель сільськогосподарського призначення області значно поліпшився. Про це достовірно свідчать дані динаміки радіаційного забруднення сільськогосподарських угідь, що були отримані на основі проведених ІХ (2006–2010 рр.) та Х (2011–2015 рр.) турів агрохімічного обстеження їх ґрунтового покриву (табл. 1, 2).

Станом на 2010 р. та 2015 р. площ зі щільністю забруднення  $^{137}\text{Cs}$  понад 555 кБк/м<sup>2</sup> і  $^{90}\text{Sr}$  понад 111 кБк/м<sup>2</sup> не ви-

Таблиця 1

### Динаміка площ ґрунтового покриву сільськогосподарських угідь Житомирської обл. за щільністю забруднення $^{137}\text{Cs}$

Найменування угідь	Періоди обстеження (роки)	Площа обстеження, тис. га	Розподіл площ за щільністю забруднення, кБк/м <sup>2</sup>					
			<37		37–185		186–555	
			тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%
<i>У зоні Лісостепу</i>								
Сільгоспугіддя:	2007–2008	358,5	358,5	100,0				
	2012–2013	324,6	324,6	100,0				
у т.ч. орні землі	2007–2008	332,3	332,3	100,0				
	2012–2013	316,0	316,0	100,0				
сіножаті і пасовища	2007–2008	23,2	23,2	100,0				
	2012–2013	8,0	8,0	100,0				
багаторічні насадження	2007–2008	3,0	3,0	100,0				
	2012–2013	0,6	0,6	100,0				
<i>У зоні Полісся</i>								
Сільгоспугіддя:	2006–2010	815,2	666,9	81,8	138,2	17,0	10,1	1,2
	2011–2015	521,2	430,1	82,5	87,3	16,7	3,8	0,8
у т.ч. орні землі	2006–2010	656,9	554,0	84,3	97,1	14,8	5,8	0,9
	2011–2015	459,3	385,7	84,0	70,9	15,4	2,8	0,6
сіножаті і пасовища	2006–2010	151,7	108,0	71,2	39,4	26,0	4,3	2,8
	2011–2015	59,9	43,0	71,8	15,4	25,7	1,0	2,5
багаторічні насадження	2006–2010	6,6	4,9	74,2	1,7	25,8		
	2011–2015	1,9	1,4	73,7	0,5	26,3		
<i>Загалом у області</i>								
Сільгоспугіддя:	2006–2010	1173,7	1025,0	87,3	138,2	11,8	10,1	0,9
	2011–2015	845,8	754,7	89,2	87,3	10,3	3,8	0,5
у т.ч. орні землі	2006–2010	989,2	886,3	89,6	97,1	9,8	5,8	0,6
	2011–2015	775,4	701,8	90,5	70,8	9,1	2,8	0,4
сіножаті і пасовища	2006–2010	174,9	131,2	75,0	39,4	22,5	4,3	2,5
	2011–2015	67,9	51,0	75,1	15,9	23,4	1,0	1,5
багаторічні насадження	2006–2010	9,6	7,9	82,3	1,7	17,7		
	2011–2015	2,5	1,9	76,0	0,6	24,0		



явлено, тоді як на 01.01.1995 р. їх площа становила 9869 та 596 га відповідно [6, 7].

Упродовж 2011–2015 рр. площі сільськогосподарських угідь області зі щільністю забруднення  $^{137}\text{Cs}$  у межах 37–185 та 186–555  $\text{кБк}/\text{м}^2$ ;  $^{90}\text{Sr}$  – 0,74–5,55 та 5,56–111  $\text{кБк}/\text{м}^2$  зменшились порівняно з 2006–2010 рр. відповідно на 1,5 та 0,4% і 36,1 та 2,1% на тлі зростання площ із щільністю забруднення  $^{137}\text{Cs} < 37 \text{кБк}/\text{м}^2$  – на 1,9%;  $^{90}\text{Sr} < 0,74 \text{кБк}/\text{м}^2$  – на 38,2%, або в 1,5 раза (табл. 1, 2).

Отже, територія обстежених сільськогосподарських угідь за обсягами та рівнями забруднення  $^{137}\text{Cs}$  з урахуванням вказаних позитивних змін розподілилась так:

- до 37  $\text{кБк}/\text{м}^2$  – 754,7 тис. га (89,2%), у т.ч. частка орних земель, сінокосів і пасовищ та багаторічних насаджень становить 93,0; 6,7 та 0,3% відповідно;
- у межах 37–185  $\text{кБк}/\text{м}^2$  – 87,3 тис. га (10,3%), у т.ч. частка орних земель, сінокосів і пасовищ та багаторічних насаджень – 81,1; 18,2 та 0,7% відповідно;

Таблиця 2

**Динаміка площ ґрунтового покриву сільськогосподарських угідь Житомирської обл. за щільністю забруднення  $^{90}\text{Sr}$**

Найменування угідь	Періоди обстеження (роки)	Площа обстеження, тис. га	Розподіл площ за щільністю забруднення, $\text{кБк}/\text{км}^2$					
			<0,74		0,74–5,55		5,56–111	
			тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%
<i>У зоні Лісостепу</i>								
Сільгоспугіддя:	2007–2008	358,5	120,3	33,6	238,2	66,4		
	2012–2013	324,6	297,4	91,6	27,2	8,4		
у т.ч. орні землі	2007–2008	332,3	109,8	33,0	222,5	67,0		
	2012–2013	316,0	289,8	91,7	26,2	8,3		
сіножаті і пасовища	2007–2008	23,2	9,3	40,1	13,9	59,4		
	2012–2013	8,0	7,0	87,5	1,0	12,5		
багаторічні насадження	2007–2008	3,0	1,2	40,0	1,8	60,0		
	2012–2013	0,6	0,6	100,0				
<i>У зоні Полісся</i>								
Сільгоспугіддя:	2006–2010	808,2	294,0	36,4	481,9	59,6	39,3	4,0
	2011–2015	521,2	324,0	62,2	186,1	35,7	11,1	2,1
у т.ч. орні землі	2006–2010	656,9	245,8	37,4	384,2	58,5	26,9	4,1
	2011–2015	459,3	294,3	64,1	156,1	34,0	9,0	1,9
сіножаті і пасовища	2006–2010	151,7	46,0	30,3	93,9	61,9	11,8	7,8
	2011–2015	59,9	28,7	47,9	29,1	48,6	2,1	3,5
багаторічні насадження	2006–2010	6,6	2,2	33,3	3,8	57,6	0,6	9,1
	2011–2015	1,9	1,0	52,6	0,9	47,3		
<i>Загалом у області</i>								
Сільгоспугіддя:	2006–2010	1173,7	414,3	35,3	72,0	61,3	39,3	3,4
	2011–2015	845,8	621,4	73,5	213,3	25,2	11,1	1,3
у т.ч. орні землі	2006–2010	989,2	355,6	36,0	606,7	61,3	26,9	2,7
	2011–2015	775,4	584,1	75,3	182,3	23,5	9,0	1,2
сіножаті і пасовища	2006–2010	174,9	55,3	31,6	107,8	61,6	11,8	6,8
	2011–2015	67,9	35,7	52,6	30,1	44,3	2,1	3,1
багаторічні насадження	2006–2010	9,6	3,4	35,4	5,6	58,3	0,6	6,3
	2011–2015	2,5	1,6	64,0	0,9	36,0		

– у межах 186–555 кБк/м<sup>2</sup> становить лише 3,8 тис. га (0,5%), у т.ч. частка орних земель та сінокосів і пасовищ – 73,7 та 26,3% відповідно.

Слід зауважити, що площі ґрунтів сільськогосподарських угідь зі щільністю забруднення <sup>137</sup>Cs > 37 кБк/м<sup>2</sup> виявлено тільки у поліській зоні області і майже 86,5% – у межах 37–185 кБк/м<sup>2</sup> – у Коростенському, Народицькому, Лугинському, Овруцькому районах: 35,1; 13,9; 13,5 та 13,0 тис. га відповідно.

Найбільші площі сільськогосподарських угідь (2,2 тис. га) зі щільністю забруднення <sup>137</sup>Cs у межах 186–555 кБк/км<sup>2</sup> виявлено у Коростенському р-ні (табл. 3).

Результати досліджень стану ґрунтового покриву сільськогосподарських угідь свідчать, що нині їх площі за рівнями забруднення <sup>90</sup>Sr є такими: <0,74 кБк/м<sup>2</sup> – 621,4 тис. га; 0,74–5,55 – 213,3; 5,56–111 кБк/м<sup>2</sup> – 11,1 тис. га, що становить 73,5; 25,2 та 1,3% відповідно від загальної площі обстеження (табл. 2).

Сільськогосподарські угіддя зі щільністю забруднення <sup>90</sup>Sr понад 5,55 кБк/м<sup>2</sup> виявлено лише в поліській зоні області.

Найбільші площі ґрунтового покриву сільськогосподарських угідь, забруднених <sup>90</sup>Sr у межах 5,56–111 кБк/м<sup>2</sup>, зафіксовано в Народицькому, Лугинському та Овруцькому районах, обсяги яких

Таблиця 3

**Розподіл сільськогосподарських угідь за щільністю забруднення ґрунтів радіонуклідами у зоні Полісся Житомирської обл., 2011–2015 рр.**

Адміністративний район	Площа обстеження, тис. га		Розподіл площ за щільністю забруднення, кБк/м <sup>2</sup>											
			<sup>137</sup> Cs						<sup>90</sup> Sr					
			<37		37–185		186–555		<0,74		0,74–5,55		5,56–111	
			тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%
Романівський	20,9	20,9	100					20,9	100					
Житомирський	19,3	19,3	100					18,5	95,9	0,8	4,1			
Новоград-Волинський	59,3	59,3	100					37,9	63,9	21,4	36,1			
Коростишівський	20,1	20,1	100					20,1	100					
Черняхівський	17,0	17,0	100					16,8	98,8	0,2	1,2			
Баранівський	36,3	36,3	100					33,7	92,8	2,6	7,2			
Володар-Волинський	39,5	39,5	100					25,5	64,6	14,0	35,4			
Ємільчинський	17,4	17,2	98,9	0,2	1,1			7,5	43,1	9,5	54,6	0,4	2,3	
Коростенський	74,9	37,6	50,2	35,1	46,7	2,2	3,1	40,8	54,5	33,1	44,2	1,0	1,3	
Лугинський	24,9	10,6	42,6	13,5	54,2	0,8	3,2	11,1	44,4	10,7	43,0	3,1	12,4	
Малинський	46,5	45,6	97,2	1,3	2,8			14,3	30,8	32,1	69,0	0,1	2,0	
Народицький	18,0	3,6	20,0	13,9	77,2	0,5	2,8	5,7	31,7	8,8	48,9	3,5	19,4	
Овруцький	22,7	0,7	42,7	13,0	57,3			4,2	18,8	15,7	69,2	2,8	12,0	
Олевський	28,8	18,2	63,2	10,3	35,8	0,3	1,0	11,4	39,6	17,2	59,7	0,2	0,7	
Радомишльський	42,3	42,3	100					25,6	60,5	16,7	39,5			
Червоноармійський	13,4	13,4	100					11,7	87,3	1,7	12,7			
Брусилівський	19,9	19,9	100					18,3	92,0	1,6	8,0			
Загалом у зоні Полісся	521,2	430,1	82,5	87,3	16,7	3,8	0,8	324	62,2	186,1	35,7	11,1	2,1	

Таблиця 4

**Динаміка середньозважених показників щільності забруднення радіонуклідами ґрунтового покриву земель сільськогосподарських угідь Житомирської обл.**

Найменування угідь	Періоди обстеження (роки)	Середньозважені показники щільності забруднення, кБк/км <sup>2</sup>	
		<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr
<i>У зоні Лісостепу</i>			
Сільгосп-угіддя:	2007–2008	7,98	0,63
	2012–2013	2,39	0,53
у т.ч. орні землі	2007–2008	7,96	0,63
	2012–2013	2,38	0,53
сіножаті	2007–2008	7,07	0,52
	2012–2013	2,72	0,52
пасовища	2007–2008	8,43	0,64
	2012–2013	2,73	0,50
сади	2007–2008	7,57	0,58
	2012–2013	2,52	0,49
хмільники	2007–2008	7,03	0,72
	2012–2013	–	–
<i>У зоні Полісся</i>			
Сільгосп-угіддя:	2006–2010	24,06	1,61
	2011–2015	21,18	1,14
у т.ч. орні землі	2006–2010	20,53	1,48
	2011–2015	19,59	1,14
сіножаті	2006–2010	35,56	2,79
	2011–2015	34,1	1,23
пасовища	2006–2010	27,18	1,88
	2011–2015	30,22	1,34
сади	2006–2010	16,35	1,55
	2011–2015	39,86	1,19
хмільники	2006–2010	25,96	6,91
	2011–2015	31,23	1,04
<i>Загалом у області</i>			
Сільгосп-угіддя:	2006–2010	19,13	1,31
	2011–2015	13,97	0,91
у т.ч. орні землі	2006–2010	16,3	1,20
	2011–2015	12,57	0,89
сіножаті	2006–2010	32,48	2,56
	2011–2015	31,81	1,18
пасовища	2006–2010	24,02	1,69
	2011–2015	26,43	1,23
сади	2006–2010	13,05	1,21
	2011–2015	26,06	0,93
хмільники	2006–2010	25,96	5,32
	2011–2015	31,23	1,04

становлять 3,5; 3,1 та 2,8 тис. га відповідно.

Величина середньозваженого показника щільності забруднення ґрунтів сільськогосподарських угідь Житомирської обл. <sup>137</sup>Cs становила у 2010 р. 19,13 кБк/м<sup>2</sup>, а через 5 років – знизилась на 5,19 і за видами угідь варіювала у межах 12,57–31,81 кБк/м<sup>2</sup> (табл. 4).

Найвищу щільність забруднення <sup>137</sup>Cs ґрунтів сільськогосподарських угідь (21,18 кБк/км<sup>2</sup>) виявлено у поліській зоні Житомирської обл. Так, середньозважений показник щільності забруднення <sup>137</sup>Cs ґрунтового покриву орних земель на 1,40 кБк/м<sup>2</sup> є нижчим, ніж відповідний показник сільськогосподарських угідь області загалом, і становить 12,57 кБк/м<sup>2</sup>.

Щодо величини середньозваженого показника щільності забруднення ґрунтового покриву сільськогосподарських угідь <sup>90</sup>Sr, то, загалом, у області його значення також є нижчим на орних землях (у 2015 р. – 0,89 кБк/м<sup>2</sup>).

Значення цього показника щодо ґрунтового покриву інших видів сільськогосподарських угідь області варіювало у межах 0,89–1,23 кБк/м<sup>2</sup>, у зоні Лісостепу та Полісся – у межах 0,49–0,53 та 1,04–1,34 кБк/м<sup>2</sup> відповідно.

## ВИСНОВКИ

За період, що минув після аварії на ЧАЕС, радіаційний стан сільськогосподарських угідь Житомирської обл. значно поліпшився. Площі сільськогосподарських земель зі щільністю забруднення <sup>137</sup>Cs < 37 кБк/м<sup>2</sup> становлять 89,2%, 37–185 – 10,3 та 186–555 кБк/м<sup>2</sup> – 0,5% від обстеженого обсягу; за щільністю забруднення <sup>90</sup>Sr < 0,74 кБк/м<sup>2</sup> – 73,5%, 0,74–5,55 – 25,2 та 5,56–111 кБк/м<sup>2</sup> – 1,3%.

У сільськогосподарському використанні не виявлено земель зі щільністю забруднення <sup>137</sup>Cs > 555 і <sup>90</sup>Sr > 111 кБк/м<sup>2</sup>.

Зниження щільності забруднення радіонуклідами 0–20 см шару ґрунту орних земель відбувається інтенсивніше, ніж сіножатей і пасовищ та багаторічних насаджень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гудков І.М. Становлення сільськогосподарської радіоекології в Україні: етапи розвитку, досягнення, проблеми, перспективи / І.М. Гудков // Агроекологічний журнал. — 2017. — № 2. — С. 58–66.
2. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України / Б.С. Носко, Б.С. Пристер, М.В. Лобода. — К.: Урожай, 1994. — 336 с.
3. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді: ГН 6.6.1.1 — 130.2006. — К.: Держ. сан.-епідем. служба, 2006. — 18 с.
4. Програма реабілітації земель зони безумовного (обов'язкового) відселення Київської та Житомирської областей на період з 1998 по 2005 рр. — К., 1997. — 26 с.
5. Надточій П.П. Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи / П.П. Надточій, А.С. Малиновський, А.А. Можар. — К.: Світ, 2003. — 372 с.
6. Про державний контроль за використанням та охороною земель: [Закон України: від 19 черв. 2003 р. № 963-IV] // Орієнтир. — 2003. — № 27. — С. 1–4.
7. Національна програма мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи на 1996–2005 роки. — К.: МНС України, 1996. — 182 с.
8. Пристер Б.С. Последствия аварии на Чернобыльской АЭС для сельского хозяйства Украины / Б.С. Пристер. — К.: ЦПЕР, 1999. — 103 с.
9. Національна програма мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи на 2001–2005 роки та до 2010 року. — К.: МНС України, 2000. — 69 с.
10. Національна доповідь України «20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє». — К.: Атика, 2006. — 150 с.
11. Національна доповідь України «15 років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». — К.: МНС України, 2001. — 224 с.
12. Результаты динамического моделирования радиоэкологической обстановки в Украинском Полесье и сравнение их с данными измерений / И.И. Ясковец, В.А. Гирий, В.А. Онищук, Л.И. Шпинар // Агроекологічний журнал. — 2001. — Вып. 2. — С. 62–67.
13. Про охорону земель: [Закон України: від 19 черв. 2003 р. № 962-IV] // Орієнтир. — 2003. — № 29. — С. 1–8.
14. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / [під ред. С.М. Рижук, М.В. Лісового, Д.М. Бенцаровського]. — К., 2003. — 64 с.
15. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / [під ред. І.П. Яцук, С.А. Балюка]. — К.: Вікпринт, 2013. — 104 с.
16. Методика комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком зони відчуження) / В.А. Кашпаров, Н.М. Лазарев Л.В. Перепелятнікова. — К.: Атика, 2007. — 60 с.

## REFERENCES

1. Hudkov, I.M. (2017). Stanovlennya silskohospodarskoyi radioekolohiyi v Ukraini: etapy rozvytku, dosyahnennya, problemy, perspektyvy [Formation of Agricultural Radioecology in Ukraine: Stages of Development, Achievements, Problems, Perspectives]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological journal*, 2, 58–66 [in Ukrainian].
2. Nosko, B.S., Pryster, B.S., & Loboda, M.V. (1994). *Dovidnyk z ahrokhimichnoho ta ahroekolohichnoho stanu gruntiv Ukrainy* [Guidebook on agro-chemical and agro-ecological state of soils of Ukraine]. Kyiv: Urozhay [in Ukrainian].
3. Dopustymi rivni vmistu radionuklidiv  $^{137}\text{Cs}$  ta  $^{90}\text{Sr}$  u produktakh kharchuvannya ta pytniy vodi: GN 6.6.1.1 — 130. 2006 [Permissible levels of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  radionuclide content in food and drinking water: GH 6.6.1.1 — 130.2006. (2006)]. Kyiv: Derzh. san.-epidem. sluzhba [in Ukrainian].
4. *Programa reabilitatsiyi zemel zony bezumovnoho (obov'yazkovogo) vidseleniya Kiyvskoy i Zhytomyrskoy oblastey na period z 1998 po 2005* [Program of rehabilitation of lands of the zone of unconditional (mandatory) resettlement of the Kiev and Zhytomyr regions for the period from 1998 to 2005]. (1997). Kyiv [in Ukrainian].
5. Nadtochiy, P.P., Malynovskyy, A.S., & Mozhar, A.A. (2003). *Dosvid podolannya naslidkiv Chornobylskoyi katastrofy* [The experience of coping with the consequences of the Chernobyl disaster]. Kyiv: Svit [in Ukrainian].
6. Zakon Ukrainy «Pro derzhavnyi kontrol za vikoristanniam ta ohoronoyu zemel» vid 19 cherv. 2003 r. № 963-IV [Law of Ukraine N 963-IV of June 19. 2003 «On State Control over Use and Protection of Land»]. (2003). *Oriientyr – Reference point*, 27, 1 [in Ukrainian].
7. *Nacionalna programa minimizatsiyi naslidkiv Chornobylskoyi katastrofy na 1996–2005 roky* [National Program for Minimizing the Consequences of the Chernobyl Catastrophe for 1996–2005]. (1996). Kyiv: MNS Ukrainy [in Ukrainian].
8. Prister, B.S. (1999). *Posledstviya avarii na Chernobylskoy AES dlya selskogo khozyaystva Ukrainy* [The consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant for agriculture in Ukraine]. Kyiv: TsPER [in Russian].
9. *Nacionalna programa minimizatsiyi naslidkiv Chornobylskoyi katastrofy na 2001–2005 roky ta do 2010 roku* [National Program for Minimizing the Consequences of the Chernobyl Disaster for 2001–2005 and till 2010]. (2000). Kyiv: MNS Ukrainy [in Ukrainian].
10. *Nacionalna dopovid Ukrainy «20 rokiv Chornobylskoyi katastrofy. Poglyad u majbutnye»* [National

- report of Ukraine «20 years of the Chernobyl disaster. Looking into the future»]. (2006). Kyiv: Atika [in Ukrainian].
11. *Nacionalna dopovid Ukrayiny «15 rokiy Chornobylskoyi katastrofy. Dosvid podolannya [National report of Ukraine «15 years of the Chernobyl disaster. Experience overcoming»]. (2001). Kyiv: MNS Ukrayiny [in Ukrainian].*
  12. Yaskovets, I.I., Giryi, V.A., Onishchuk, V.A., & Shpinar, L.I. (2001). Rezultaty dinamicheskogo modelirovaniya radioekologicheskoy obstanovki v Ukrain-skom Polesye i sravneniye ikh s dannymi izmereniy [Results of dynamic modeling of the radioecological situation in the Ukrainian Polesye and comparing them with measurement data]. *Ahroekologichnyy zhurnal – Agroecological journal*, 2, 62–67 [in Ukrainian].
  13. Zakon Ukrainy «Pro oхoronu zemel»: vid 19 cherv. 2003 r. № 962-IV 2003 [Law of Ukraine «On the Protection of Land»]. (2003). *Oriientyr – Reference point*, 29, 1–8 [in Ukrainian].
  14. Ryzhuk, S.M., Lisovyy, M.V., Benczarovskiy, D.M. (2003). *Metodyka agroхimichnoyi pasportyzaciyi zemel silskogospodarskogo pryznachennya [Methodology of agrochemical certification of agricultural lands]*. Kyiv: Svit [in Ukrainian].
  15. Yaczuk, I.P., Balyuk, S.A. (2013). *Metodyka agroхimichnoyi pasportyzaciyi zemel silskogospodarskogo pryznachennya [Methodology of agrochemical certification of agricultural lands]*. Kyiv: Vikprynt [in Ukrainian].
  16. Kashparov, V.A., Lazarev, N.M., & Perepelyatnykova, L.V. (2007). *Metodyka kompleksnoho radiatsiinoho obstezhennia zabrudnenykh vlaslidok Chornobylskoi katastrofy terytorii (za vynyatkom zony vidchuzhennia) [Methodology of complex radiation survey of the territories contaminated as a result of the Chernobyl catastrophe (excluding the exclusion zone)]*. Kyiv: Atika [in Ukrainian].

Отримано 30.10.2018

УДК 631.81. 631.816.1

## ДИНАМІКА ВМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ І ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У СІРОМУ ЛІСОВОМУ ҐРУНТІ ЗА ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ У СІВОЗМІНІ

О.А. Літвінова<sup>1</sup>, О.В. Дмитренко<sup>2</sup>, С.П. Ковальова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ННЦ «Інститут землеробства НААН»

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

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

*Наведено результати досліджень зміни вмісту рухомих форм мікроелементів і важких металів у польовій сівозміні на сірому лісовому ґрунті за систематичного застосування органічних і мінеральних добрив. Встановлено, що застосування добрив мало вплив на зростання цих показників у ґрунті порівняно з вихідним станом, але перевищення ГДК за всіма елементами не спостерігалось. Найефективнішою як у процесах накопичення найбільш значущих для життєдіяльності рослин мікроелементів, так і створення високого рівня продуктивності ланки сівозміни виявилась органо-мінеральна система удобрення (12 т/га гною + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>). За таких умов відмічено раціональне співвідношення між кальцієм та магнієм. Застосування органічних добрив, з одного боку, створює умови для відтворення запасів гумусу та оптимізації структури ґрунтового вбирного комплексу, але з іншого, — не забезпечує оптимальних параметрів доступних форм поживних елементів у ґрунтовому середовищі для культур польової сівозміни. Застосування суто мінеральних добрив за високих навантажень у системах удобрення є недоцільним з агрономічного погляду.*

**Ключові слова:** мікроелементи, важкі метали, родючість ґрунту, продуктивність, сівозміна.

На сьогодні основним чинником зміни властивостей ґрунтів у агроландшафтах є антропогенний. Саме господарська

діяльність людини визначає інтенсивність і повноту повернення до ґрунту біогенних елементів, відчужених з урожаєм, зокрема вжиття заходів для поліпшення фізико-

© О.А. Літвінова, О.В. Дмитренко, С.П. Ковальова, 2018



хімічних, фізичних, біологічних властивостей ґрунту, а також включення до циклу ґрунтоутворення сполук і елементів, що є високотоксичними для біоти. Серед останніх — важкі метали (ВМ). Особливістю ВМ є те, що ці елементи — не хімічно синтезовані та нешкідливі для екосистеми загалом. Вони входять до складу магматичних порід і за їх вивітрювання можуть переходити до ґрунтоформних порід та ґрунту. Але їх уміст у нагивних ґрунтах чітко обмежується можливістю біологічних об'єктів рости і розвиватись. Ці елементи мають не лише директивний негативний (токсичний) вплив на біоту екосистеми ґрунту — їх індирективна дія на живі організми полягає у зміні агрохімічних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів, а отже, й умов існування агробіогеоценозів.

Як відомо, визначальним щодо кількості хімічних елементів у ґрунтах є їх уміст у ґрунтоформній породі [1, 2]. У лісостеповій зоні — це, в основному, леси та лесоподібні суглинки. Успадкований ґрунтами від материнських порід уміст елементів змінюється під впливом комплексу чинників, які визначають умови ґрунтоутворення у агроландшафтах [3, 4].

Рухомість мікроелементів (МЕ) і ВМ залежить від їх форм умісту в екосистемах. Вважається, що валовий уміст ВМ доцільно використовувати для загальної характеристики стану ґрунтів і оцінювання їх потенційної небезпечності [5, 6]. Натомість вміст рухомих форм металів зумовлює рівень токсичності для біологічних об'єктів і залежить від багатьох чинників, насамперед, від реакції ґрунтового середовища, вмісту гумусу, вологозабезпеченості тощо [7]. За даними науковців частка рухомих форм МЕ і ВМ від валового вмісту у ґрунті становить 0,5–1%.

Визначення вмісту МЕ і ВМ у ґрунті є важливим за дослідження поживного режиму сільськогосподарських культур. На особливу увагу заслуговують результати, одержані у тривалих дослідках, оскільки за цих умов враховується інтегральний вплив чинників, передбачених варіантами сільськогосподарського використання екоотопів.

Останніми десятиліттями перед землеробством країни гостро постала проблема забезпеченості рослин кальцієм і магнієм. За різних причин відбувається поступове збіднення на ці елементи орного шару ґрунтів. Доцільність регулювання кількості кальцію та магнію розглядається не тільки як засіб нейтралізації ґрунтової кислотності, а, передусім, як істотний чинник оптимізації стану ґрунтового вбирного комплексу (ГВК), процесів синтезу і деструкції органічних речовин. Про існування зв'язку між умістом кальцію, магнію і гумусом у ґрунті свідчать результати наукових досліджень [8]. Крім того, ці елементи беруть участь у біохімічних процесах, що відбуваються впродовж етапів органогенезу культур сівозміни.

Тому дослідження рівня накопичення ґрунтом МЕ та ВМ за систематичного внесення добрив є актуальним, і найповнішу характеристику цих змін можна одержати в умовах стаціонарних дослідів за ведення польових сівозмін.

Мета роботи — дослідити вплив систематичного застосування добрив у польовій сівозміні на накопичення МЕ та ВМ у сірому лісовому ґрунті за різних навантажень мінеральними і органічними добривами.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2016–2018 рр. у стаціонарному досліді відділу агрохімії ДГ «Чабани» ННЦ «Інститут землеробства НААН» на сірому лісовому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті в п'ятипільній сівозміні: кукурудза на зерно, ячмінь ярий, гречка, горох, пшениця озима. За вихідними пробами орний шар (0–20 см) ґрунту характеризувався середньокислою реакцією ( $\text{pH}_{\text{сол.}}$  4,6), низьким умістом загальною гумусу (1,25%), низькою забезпеченістю гідролізованим азотом (50,8 мг/кг ґрунту), підвищеним умістом рухомого фосфору (168 мг/кг  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) і середнім умістом обмінного калію (92 мг/кг ґрунту).

Дослід закладено в 2011 р. і розгорнуто в натурі на трьох полях; налічує 11 варіантів, повторення — чотириразове. Посівна

площа ділянки — 52 м<sup>2</sup>, облікова — 22 м<sup>2</sup>. Дефекат у повній нормі гідролітичної кислотності і підстилковий ґній великої рогатої худоби (ВРХ) застосовували під кукурудзу на зерно — одинарна доза становить 60 т/га, або в перерахунку на 1 га сівозмінної площі — 12 т, решта культур сівозміни використовували післядію добрив. Одинарна доза для пшениці озимої — N<sub>50</sub>P<sub>30</sub>K<sub>50</sub>.

Аналітичні роботи здійснювали зі зразками ґрунту, відібраними на момент завершення першої ротації сівозміни за вирощування пшениці озимої. Концентрацію рухомих (після вилучення ацетатно-амонійним буферним розчином рН 4,8) форм важких металів і металів-мікроелементів (марганець, цинк, кадмій, мідь, нікель, свинець) — методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії за ДСТУ 4770.1:2007, ДСТУ 4770.2:2007, ДСТУ 4770.3:2007, ДСТУ 4770.6:2007, ДСТУ 4770.9:2007. Обмінну кислотність, рН сольове — потенціометричним методом (ДСТУ ISO 10390-2001); гідролітичну кислотність — титриметричним методом Каппена в модифікації ЦІНАО (ГОСТ 26212-91); суму увібраних основ — титриметричним методом Каппена (ГОСТ 27821-88); рухомі форми кальцію та магнію — у витяжці, за Шолленбергером методом атомної абсорбції (ДСТУ 3866-99). Перелічені роботи виконували в лабораторії безпеки земель, якості продукції та довкілля ДУ «Інститут охорони ґрунтів України».

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Установлено, що систематичне застосування добрив у польовій сівозміні впродовж однієї ротації зумовило зміну вмісту рухомих форм кальцію і магнію. Оптимізувати стан ГВК за одночасного підвищення концентрації кальцію та магнію можливо за використання органічних добрив, вапнякових матеріалів, мінеральних добрив, до складу яких входять ці катіони. З початком закладення досліду було здійснено одне вапнування. Вапнякові матеріали вносили в однаковій кількості на всіх ділянках досліду, тому на тлі покращення фізико-

хімічних властивостей та поживного режиму ґрунту залишається можливість відслідкувати вплив різних систем удобрення як на формування ГВК загалом, так і на забезпеченість ґрунту рухомими формами кальцію та магнію.

Дослідження засвідчили, що застосування гною ВРХ сприяло більшому накопиченню обмінного кальцію у ґрунті. Це обумовлено як поверненням до ґрунту кальцію, зв'язаного органікою, так і значно меншим його виносом товарною частиною врожаю порівняно з варіантами, де, окрім органічних добрив, вносили мінеральні, завдяки чому одержано значно вищий урожай.

На відміну від кальцію, особливої зміни щодо вмісту обмінного магнію, — залежно від удобрення, — не зафіксовано (табл. 1). Його вміст у шарі 0–20 см становить 0,3–0,8 мг-екв/100 г ґрунту. Проте найважливішим є його співвідношення з кальцієм. На думку вчених, дефіциту магнію не буде, якщо еквівалентне співвідношення між кальцієм і магнієм дорівнюватиме шести [8]. За результатами наших досліджень ця умова найповніше задовольнялась за таких еквівалентних співвідношень: на ділянках із органічною системою удобрення — 6,3 і органо-мінеральною — 6,8. На ділянках без добрив та за використання лише мінеральної системи удобрення рекомендоване співвідношення порушується, а його величина переважає 10, що свідчить про поглиблення дефіциту доступних форм магнію у ґрунті.

Тривале використання ґрунту в землеробстві за різного агрохімічного навантаження призвело не лише до формування ґрунтових фонів із різним поживним режимом, а й до змін у ГВК.

Так, частка іонів водню та алюмінію, концентрація яких у ґрунтового розчині визначає гідролітичну кислотність, змінювалась у межах 1–2 мг-екв/100 г ґрунту. Закономірно, що ділянки варіантів досліду без внесення добрив та з внесенням гною у кількості 12 т/га орних земель відзначались найнижчим рівнем кислотності ґрунту. Обмінна кислотність (рН<sub>сол.</sub>) була

**Вплив системи удобрення на фізико-хімічні властивості сірого лісового ґрунту (шар 0–100 см), за 2016–2018 рр.**

Варіант удобрення (на 1 га орних земель)	Шар ґрунту, см	Обмінна кислотність (рН <sub>сол.</sub> )	Гідролітична кислотність	Сума ввібраних основ	Обмінний кальцій (Ca <sup>2+</sup> )	Обмінний магній (Mg <sup>2+</sup> )
Без добрив (контроль)	0–20	5,3	1,23	6,4	4,2	0,3
	0–40	5,3	1,60	6,6	3,7	0,3
	40–60	5,3	1,56	8,2	3,6	0,6
	60–80	5,4	0,83	8,2	7,7	1,4
	80–100	5,1	1,03	11,4	8,1	1,9
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>68</sub> + 12 т/га гною	0–20	4,8	1,60	7,8	4,8	0,7
	0–40	4,8	1,28	7,6	4,4	0,8
	40–60	5,2	0,83	9,8	8,4	1,5
	60–80	5,4	0,83	11,8	9,4	1,9
	80–100	5,2	0,83	11,8	7,4	1,7
12 т/га гною	0–20	5,1	1,03	9,4	5,1	0,8
	0–40	5,2	1,03	7,8	5,0	0,9
	40–60	5,5	1,01	10,8	7,0	1,4
	60–80	5,8	0,99	13,6	6,9	1,4
	80–100	5,7	0,67	12,4	1,8	1,4
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>68</sub>	0–20	4,6	1,98	7,0	4,4	0,4
	0–40	5,7	1,60	10,8	2,8	0,8
	40–60	4,8	1,85	11,6	4,2	0,7
	60–80	5,3	0,83	11,4	3,5	0,9
	80–100	5,3	0,93	11,0	4,5	1,0
НІР <sub>05</sub>		0,2	0,2	0,9	0,3	0,1

близькою до слабокислої. Загалом, фізико-хімічні показники на ділянках досліду відповідали оптимальним параметрам для сірого лісового ґрунту, за винятком обмінної кислотності у варіанті з мінеральною системою удобрення.

Зміни позначилися не лише на внутрішній перебудові ГВК, а й на сумі його вбирних основ. Хоча різниця між варіантами була незначною, але спостерігалась тенденція до її підвищення у варіантах із органічною системою удобрення. Доповнення органічного удобрення мінеральною складовою дещо звужувало ГВК. До того ж ці зміни відбувались у відповідності з накопиченням органічних речовин ґрунтом різних варіантів. Отже, було встановлено, що для забезпечення найвищих показників потенційної родючості сірого лісового ґрунту насиченість польової сівозміни

мінеральними добривами має становити близько 188 кг/га НРК, а органічними – 12 т/га сівозміної площі. За таких умов досягається раціональне співвідношення між кальцієм та магнієм. Застосування органічних добрив для відтворення запасів гумусу та оптимізації структури ГВК не забезпечує оптимальних параметрів доступних форм поживних елементів у ґрунтового середовищі для культур польової сівозміни.

Результати досліджень свідчать, що основна частка запасу МЕ і ВМ у ґрунті входить до складу мінералів і є недоступною для рослин, тому під час визначення небезпечності кожного з елементів досліджували вміст їх рухомих фракцій (табл. 2).

Слід зауважити, що для сірого лісового крупнопилувато-легкосуглинкового ґрунту характерною є радіальна міграція низько-

Таблиця 2

Уміст рухомих мікроелементів і важких металів (мг/кг) у сірому лісовому ґрунті за різних систем удобрення (шар 0–20 см), за 2016–2018 рр.

Удобрення (на 1 га орних земель)	Шар ґрунту, см	Марганець	Кобальт	Мідь	Цинк	Кадмій	Свинець
Без добрив (контроль)	0–20	21,8	0,30	0,13	0,70	0,12	0,98
	20–40	20,9	0,27	0,14	0,21	0,11	0,64
	40–60	15,5	0,47	0,11	0,24	0,12	0,75
	60–80	5,7	0,36	0,08	0,21	0,10	0,60
	80–100	5,2	0,16	0,11	0,08	0,09	0,58
12 т гною + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>68</sub>	0–20	26,1	0,60	0,15	0,20	0,10	1,00
	20–40	21,8	0,49	0,19	0,13	0,10	0,82
	40–60	6,6	0,59	0,12	0,19	0,07	0,78
	60–80	5,7	0,23	0,17	0,09	0,05	0,96
	80–100	5,8	0,39	0,08	0,08	0,08	0,95
12 т гною	0–20	29,6	0,80	0,08	0,55	0,07	0,67
	20–40	17,9	0,70	0,10	0,12	0,07	0,48
	40–60	10,1	0,27	0,11	0,12	0,06	0,72
	60–80	4,1	0,50	0,18	0,14	0,06	0,75
	80–100	4,9	0,35	0,12	0,10	0,04	0,71
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>68</sub>	0–20	31,5	0,70	0,15	0,50	0,09	0,92
	20–40	27,1	0,67	0,06	0,39	0,08	0,84
	40–60	12,3	0,64	0,07	0,31	0,09	0,70
	60–80	7,6	0,36	0,23	0,30	0,05	0,35
	80–100	6,9	0,34	0,24	0,35	0,05	0,32
Вихідний уміст (контроль, 2011 р.)	0–20	20,0	0,26	0,12	1,05	0,10	1,00
НІР <sub>05</sub>	0–20	9,3	0,11	0,16	0,39	0,05	0,44
ГДК		140	5,0	3,0	23,0	0,7	2,00

молекулярних органічних речовин та мулистих часток, зазвичай багатих на важкі метали, з накопиченням їх в ілювіальному горизонті ґрунтового профілю.

Установлено, що в жодному з варіантів не було зафіксовано перевищення ГДК та фонового вмісту рухомих форм міді, цинку, а також марганцю, кадмію і свинцю для ґрунтів України.

Слід зауважити, що за період 2016–2018 рр. у всіх варіантах дослідження спостерігалась тенденція до підвищення вмісту рухомих форм мікроелементів орного шару ґрунту порівняно з вихідним рівнем. Найбільшим накопиченням МЕ і ВМ було у варіанті з максимальним насиченням мінеральними добривами — 188 кг/га НРК

на фоні 12 т/га сівозмінної площі гною. Вміст міді за цих умов становив 0,15 мг/кг, цинку — 0,20, кобальту — 0,60, свинцю — 1,00 мг/кг ґрунту, тоді як у вихідних зразках — 0,12; 1,2; 0,26 і 1,00 мг/кг ґрунту відповідно. Крім того, вміст рухомих форм марганцю за тривалого застосування добрив збільшився у 1,3 раза.

Отримані дані щодо рухомих, найбільш доступних для рослин сполук МЕ і ВМ, тобто тих, які переходять у ацетатно-амонійний буферний розчин (рН 4,8), свідчать, що вміст міді, цинку, свинцю, кобальту, марганцю був значно вищим або не змінювався у всіх варіантах дослідження порівняно з контрольними зразками ґрунту. Ці результати узгоджуються з даними інших

науковців щодо підвищення рухомих форм МЕ і ВМ у верхньому шарі ґрунту за його інтенсивного використання у землеробстві. Такий ефект є вищим на тлі застосування добрив, оскільки за цих умов метали стають більш рухомими і надходять до організму рослин за дефіциту необхідних мікроелементів.

Незважаючи на загальноприйнятту думку про накопичення МЕ і ВМ лише у верхньому шарі ґрунту і зменшення їхніх запасів з глибиною за профілем до величини фонового вмісту ґрунотвірної породи, нами виявлено іншу тенденцію.

Так, згідно з отриманими даними, розподіл рухомих форм МЕ і ВМ за профілем ґрунту залежав від особливостей генезису ґрунту — спостерігалася тенденція до збільшення запасів у нижній частині ілювіального гумусованого та верхній — ілювіального горизонтів, що в межах дослідного поля сформувались на глибині 50–80 см, а також зменшення на межі гумусово-елювіального та ілювіального гумусового горизонтів — 25–45 см (табл.).

### ВИСНОВКИ

Визначено, що фізико-хімічні показники на ділянках досліді відповідали оптимальним параметрам, встановленим для сірого лісового ґрунту, за винятком величин обмінної і гідролітичної кислотності у варіанті з мінеральною системою удобрення ( $N_{60}P_{60}K_{68}$ ), де вони становили рН 4,6 і 1,98 мг-екв/100 г (для порівняння, у

контрольному варіанті — 5,3 і 1,23 відповідно). Найраціональніше для суглинків співвідношення між кальцієм та магнієм збереглося за органічної системи удобрення (12 т га сівозмінної площі) і органо-мінеральної ( $N_{60}P_{60}K_{68} + 12$  т/га гною) — 6,3 і 6,8 відповідно.

Встановлено, що систематичне застосування добрив у польовій сівозміні на сірому лісовому ґрунті мало вплив на накопичення рухомих форм МЕ і ВМ у ґрунті порівняно з показниками вихідного рівня, але перевищення ГДК за всіма елементами не спостерігалось.

Виявлено, що найбільше накопичення МЕ і ВМ відбувалось за органо-мінеральної системи удобрення (12 т/га гною +  $N_{60}P_{60}K_{68}$ ). За таких умов вміст рухомих форм МЕ і ВМ становив: міді — 0,15 мг/кг, цинку — 0,20, кобальту — 0,60, свинцю — 1,00 мг/кг ґрунту, тоді як у вихідних зразках — 0,12; 1,2; 0,26 і 1,00 мг/кг ґрунту відповідно. До того ж вміст рухомих форм марганцю за тривалого застосування добрив зріс у 1,3 раза.

Визначено, що розподіл рухомих форм МЕ і ВМ за профілем ґрунту обумовлено особливостями його генезису — спостерігалася тенденція до збільшення запасів у нижній частині ілювіального гумусового та верхній — ілювіального горизонтів, що у межах дослідного поля сформувались на глибині 50–80 см, і зменшення — на межі гумусово-елювіального та ілювіального гумусового горизонтів на глибині 25–45 см.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Лархер В.* Екологія растений / В. Лархер. — М.: Наука, 1978. — 384 с.
2. *Лебедевский И.А.* Оценка содержания тяжёлых металлов в чернозёме, выщелоченном при длительном применении удобрений / И.А. Лебедевский // *Агрехимический вестник*. — 2010. — № 6. — С. 13–16.
3. *Білявський Г.О.* Основи екології: теорія та практикум: навч. посіб. / Г.О. Білявський, Л. І. Бутченко. — К.: Лібра, 2006. — 368 с.
4. *Гаврилов В.Л.* До питання про джерела надходження в ґрунті екзогенних хімічних елементів / В.Л. Гаврилов, В.І. Кисіль, Л.О. Дикач // *Агрехімія та охорона навколишнього середовища: тези доп. ІV з'їзду ґрунтознавців і агрохіміків України* (Харків, 1994 р.). — Х., 1994. — С. 82–84.
5. *Важенин И.Г.* Почва как активная система самоочищения от токсического воздействия тяжёлых металлов / И.Г. Важенин // *Химия в сельском хозяйстве*. — 1982. — № 3. — С. 3–5.
6. *Макаренко Н.А.* Контроль за вмістом важких металів у ґрунті / Н.А. Макаренко // *Вісник аграрної науки*. — 2001. — № 4. — С. 55–57.
7. Спосіб оцінювання забрудненості ґрунту / С.Г. Корсун, Л.І. Шкарівська, Г.В. Давидюк, І.І. Клименко // *Аграрна наука — виробництво: Науково-інформаційний бюлетень завершених наукових розробок*. — 2013. — № 4 (66). — С. 14.



8. Кулаковская Т.Н. Некоторые аспекты влияния минеральных удобрений на окружающую среду / Т.Н. Кулаковская // Охрана сельскохозяйствен-

ных угодий и окружающей среды. — Минск: Урожай, 1984. — С. 92–99.

## REFERENCES

1. Larher, V. (1978). *Jekologija rastenij [Plant ecology]*. Moskva: Nauka [in Russian].
2. Lebedovskij, I.A. (2010). Ocenka sodержanija tjazhjolih metallov v chernozjome, vyshhelochennom pri dlitel'nom primenenii udobrenij [Estimation of the content of heavy metals in chernozem leached with prolonged use of fertilizers]. *Agrohimicheskij vestnik — Agrochemical Bulletin*, 6, 13–16 [in Russian].
3. Biliavskiy, H.O., Butchenko L.I. (2006). *Osnovy ekologii: teoriia ta praktykum: navch. posib. [Fundamentals of Ecology: Theory and Practice: Teach. manual]*. Kyiv: Libra [in Ukrainian].
4. Havrylov, V.L., Kysil, V.I., Dykach, L.O. (1994). Do pytannia pro dzerela nadkhodzhennia v grunty ekzohennykh khimichnykh elementiv [On the source of the exogenous chemical elements in the soil]. *Agrochemicals and environmental protection '94: IV Z'izd gruntoznactsviv i ahrokhimikiv Ukrainy (Kharkiv, 1994 r.) — IV Congress of Soil Scientists and Agrochemicals of Ukraine.* (pp. 82–84). Kharkiv [in Ukrainian].
5. Vazhenin, I.G. (1982). Pochva kak aktivnaja sistema samoochishhenija ot toksicheskogo vozdeystvija tjazhelyh metallov [The soil as an active system of self-purification from the toxic effects of heavy metals]. *Himija v sel'skom hozjajstve — Chemistry in agriculture*, 3, 3–5 [in Russian].
6. Makarenko, N.A. (2001). Kontrol za vmistom vazhkykh metaliv u grunty [Control over the content of heavy metals in the soil]. *Visnyk ahromoi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 4, 55–57 [in Ukrainian].
7. Korsun, S.H., Shkarivska, L.I., Davydiuk, H.V., Klymenko, I.I. (2013). Sposib otsiniuvannia zabrudnenosti gruntu [Method of estimation of soil pollution]. *Ahrama nauka — vyrobnytstvu: Naukovo-informatsiyni biuleten zavershenykh naukovykh rozrobok — Agrarian science-production: Scientific and informational bulletin of the completed scientific developments*, 4 (66), 14 [in Ukrainian].
8. Kulakovskaja, T.N. (1984). Nekotorye aspekty vlijanija mineral'nyh udobrenij na okruzhajushhuju sredu [Some aspects of the influence of mineral fertilizers on the environment]. *Ohrana sel'skhozjajstvennyh ugodij i okruzhajushhej sredy [Agricultural land and environment protection]*. Minsk: Urozhaj [in Russian].

Отримано 8.11.2018

## МІКРОБІОТА РИЗОСФЕРИ РОСЛИН ГОРОХУ ЗА ВПЛИВУ РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ

Ю.В. Терновий<sup>1</sup>, В.В. Гавлюк<sup>2</sup>, А.І. Парфенюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ДП «Сквирське» Інституту агроєкології і природокористування НААН

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

*Досліджено мікробіоту ризосфери рослин гороху сортів Мадонна та Стартер за впливу різних технологій вирощування культури. Розглянуто чинники впливу в агроценозі гороху під час його вегетації, що зумовлюють збільшення чисельності фітопатогенних мікроміцетів у ризосфері рослин. Встановлено, що збільшення спектра фітопатогенних грибів призводить до утворення епіфітотій, здатних накопичувати токсини та мікотоксини. Висвітлено, що їх кількість в агроценозі гороху істотно регулюється сортом рослин та технологією його вирощування. Проаналізовано зміни мікробіорізноманіття ризосфери залежно від технологій вирощування рослин гороху та сорту культури.*

**Ключові слова:** ризосфера, рослини, горох, мікроміцети, антропогенний чинник, мікробіота.

За ретроспективним аналізом літератури встановлено, що бобові культури внаслідок взаємодії з фітопатогенними мікроміцетами, які входять до складу мікробіому ґрунту, можуть істотно знижувати врожайність і якість зерна. Серед таких мікроміцетів особливо небезпечними є: *Fusarium* spp., *Phoma pinodella* L.K. Jones, *Ascochyta pisi* Lib. та *Alternaria* spp., які під час взаємодії із рослинами можуть призводити до епіфітотій, що істотно знижують урожайність і якість гороху [1].

У традиційному сільському господарстві за систематичного використання мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин у ґрунті можуть виникати несприятливі ефекти: зміна структури мікробіому, порушення функціональних параметрів, окислення ґрунту [2, 3]. У підсумку, збільшується чисельність та якість фітопатогенних мікроміцетів, утворюються епіфітотії, що накопичують мікотоксини та токсини в ґрунті; підвищується кислотність ґрунту, що перешкоджає діяльності корисних мікроорганізмів.

Встановлено, що складові технології із застосуванням хімічних засобів захисту рослин спричиняють жорсткий тиск на

різноманіття мікроміцетів ґрунту та ризосфери коренів рослин [4–6]. Поряд із тим складові біологічних технологій сприяють позитивному комплексному впливу на рослини і ґрунт, спричиняючи домінування або сапрофітних видів мікроміцетів, або патогенних видів у певних умовах росту рослин [7].

Більшість дослідників наголошують, що на фоні органічної та екологічної технологій органічні добрива позитивно впливають як на розвиток мікробіоти, так і на процеси гумусоутворення. Разом із застосуванням біологічних препаратів вказані технології сприяють збільшенню загальної біомаси та чисельності мікроорганізмів як за внесення гною, так і завдяки заорюванню решток сільськогосподарських рослин та сидеральної маси посівів [8].

Метою роботи було визначення мікрофлори рослин гороху за впливу різних технологій вирощування культури.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові дослідження проводили на дослідних полях Агрономічної дослідної станції НУБіП (АДС НУБіП) та Сквирської дослідної станції Інституту агроєкології і природокористування НААН (СДС ІАП

НААН) упродовж 2016–2018 рр. Дослідні поля АДС НУБіП характеризуються чорноземом типовим малогумусним середньосуглинковим (уміст гумусу – 3,9%, рН – 6,8, ємність поглинання – 32,5 мг-екв/100 г ґрунту, вміст гідролізованого азоту – 49 мг/кг, рухомого фосфору – 45, обмінного калію – 100 мг/кг ґрунту), вирощували рослини гороху сорту Мадонна; ґрунт дослідних ділянок СДС ІАП НААН – чорнозем типовий середньосуглинковий (уміст гумусу – 4,3%, гідролізованого азоту – 110 мг/кг, рухомого фосфору – 240, обмінного калію – 85 мг/кг ґрунту, рН – 6,5), вирощували рослини гороху сорту Стартер.

Лабораторні дослідження проводили в ІАП НААН. Під час досліджень використовували такі методи: ДСТУ ISO 10381-2:2004 [9]; Ж. П. Попова [10]; В.І. Білай [11]; Н.М. Підоплічко [12]; [13] та матеріали: середовище Чапека, чашки Петрі, ламінарний бокс, термостат, мікробіологічну петлю, дозатор мікробіологічний, мікроскоп електричний, спиртівку лабораторну.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами досліджень було визначено мікробіоту ризосфери рослин гороху за впливу різних технологій вирощування культури. Досліджено чисельність і спектр фітопатогенної мікрофлори ризосфери рослин гороху сортів Мадонна і Стартер за трьох технологій їх вирощування: інтенсивної – з використанням мінеральних синтетичних добрив і промислових пестицидів; екологічної – з використанням органічних добрив, біодеструкторів, решток сільськогосподарських рослин і сидеральної маси посівів; органічної (біологічної), яка полягає за застосуванні органічних добрив та комплексного біологічного препарату.

За результатами досліджень (табл. 1) встановлено, що чисельність колонієутворювальних одиниць (КУО) на 1 г ґрунту, залежно від технології вирощування рослин гороху сорту Мадонна, в середньому варіює у межах  $3,8 \times 10^6$ – $4,0 \times 10^6$ .

Слід наголосити, що чисельність КУО у всіх досліджуваних технологіях не від-

різнялась, хоч у науковій літературі існує твердження низки авторів, що органічна та екологічна технології, зазвичай, сприяють збільшенню чисельності мікробіоти ґрунту [2, 3].

Встановлено, що за екологічної та органічної технологій спостерігається збалансованість між фітопатогенними та сапротрофними мікроміцетами (рис. 1). Відомо, що сапротрофні мікроміцети, які перебувають у ризосфері рослин, беруть участь у гумусоутворенні. Але деякі з них (наприклад *Mucor racemosus*) можуть паразитувати на рослинах [11]. Зокрема, *Mucor racemosus* є доволі поширеним в умовах підвищеної вологості ґрунту. Більшість видів беруть участь у розкладанні і мінералізації органічних решток. Наприклад, гриб *Rhizopus stolonifer* належить до поширених умовно патогенних мікроміцетів, які розкладають продукти харчування у разі довгого зберігання. До поширених сапротрофних мікроміцетів належить також вид *Penicillium chrysogenum* [13].

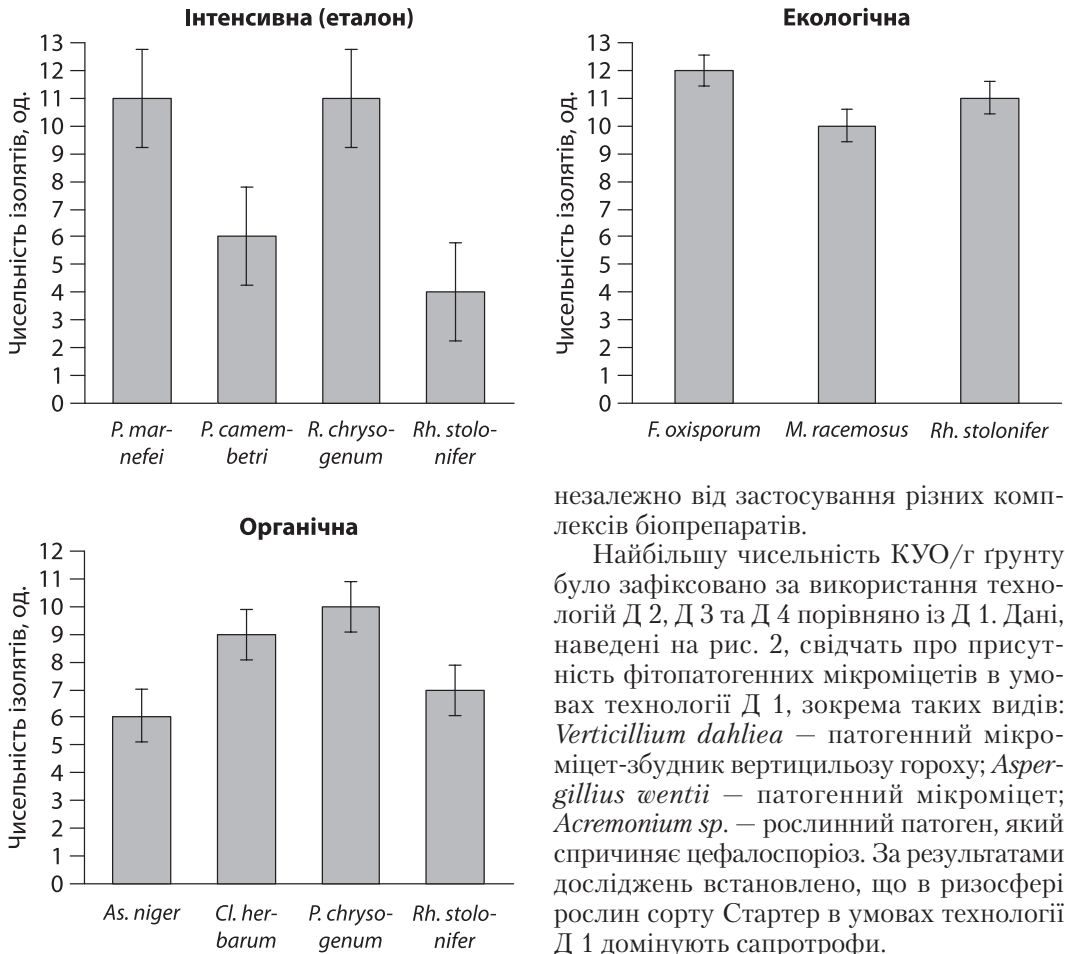
У ризосфері рослин гороху сорту Мадонна, що вирощені за інтенсивною технологією, було зафіксовано лише сапротрофні види мікроміцетів. Це можна пояснити жорстким тиском вказаної технології на популяції фітопатогенних грибів. На фоні екологічної технології спостерігалось зменшення біорізноманіття мікроміцетів порівняно з інтенсивною та органічною технологіями.

За результатами досліджень, наведених у табл. 2, чисельність КУО/г ризосферного ґрунту варіювала у межах  $2,5 \times 10^6$ – $4,2 \times 10^6$  і впродовж 2017–2018 рр. не змінювалась

Таблиця 1

**Чисельність мікроміцетів ризосферного ґрунту рослин гороху сорту Мадонна у фазу цвітіння за різних технологій вирощування (дані АДС НУБіП, 2016 р.)**

Назва технології	Середнє ( $\times 10^6$ КУО/г)
Екологічна	3,9 $\pm$ 0,5
Органічна	4,0 $\pm$ 0,5
Інтенсивна (еталон)	3,8 $\pm$ 0,5



**Рис. 1.** Чисельність ізолятів мікроміцетів у ризосфері рослин гороху сорту Мадонна у фазу цвітіння за різних технологій вирощування (дані АДС НУБіП, 2016 р.)

незалежно від застосування різних комплексів біопрепаратів.

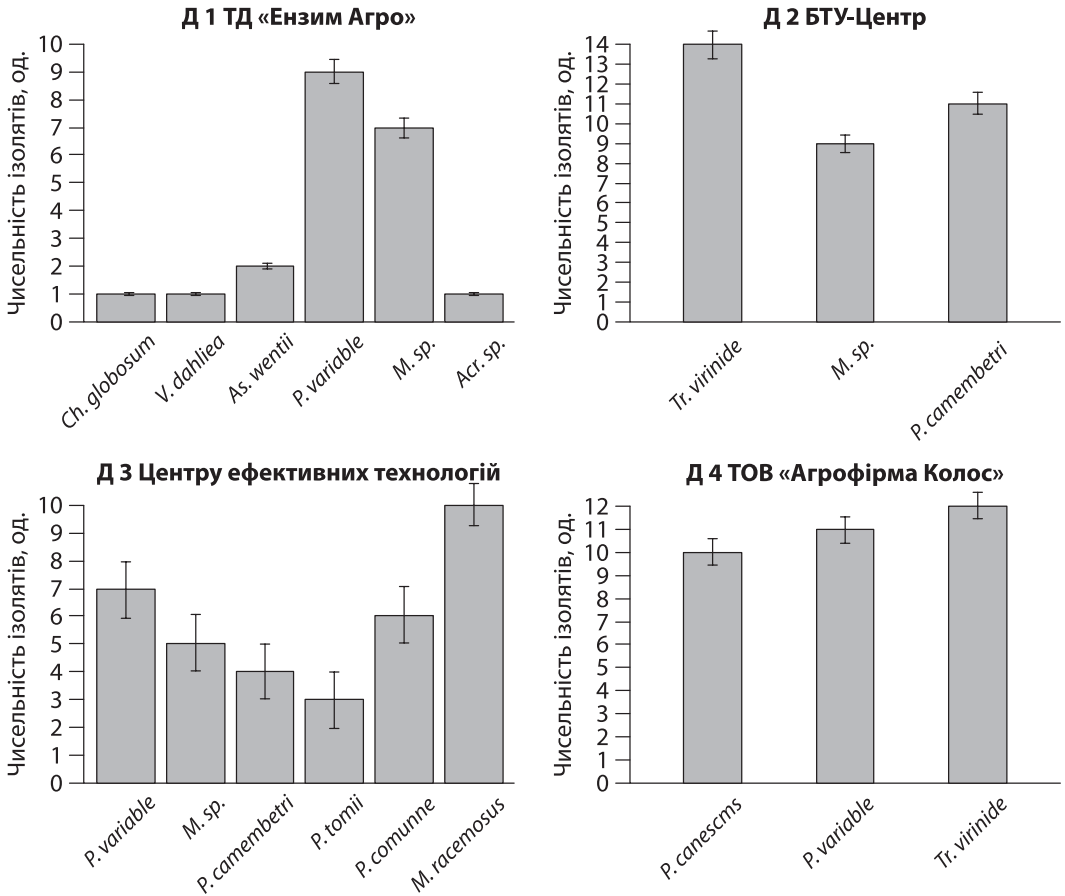
Найбільшу чисельність КУО/г ґрунту було зафіксовано за використання технологій Д 2, Д 3 та Д 4 порівняно із Д 1. Дані, наведені на рис. 2, свідчать про присутність фітопатогенних мікроміцетів в умовах технології Д 1, зокрема таких видів: *Verticillium dahliae* – патогенний мікроміцет-збудник вертицильозу гороху; *Aspergillus wentii* – патогенний мікроміцет; *Acremonium sp.* – рослинний патоген, який спричиняє цефалоспоріоз. За результатами досліджень встановлено, що в ризосфері рослин сорту Стартер в умовах технології Д 1 домінують сапротрофи.

За вирощування гороху із застосуванням інших технологій фітопатогенних мікроміцетів не виявлено, що може свідчити, на думку низки вчених [6–8, 13], про їх жорсткий тиск на патогенні види. Це

Таблиця 2

**Чисельність мікроміцетів ризосферного ґрунту рослин гороху сорту Стартер у фазу сходів за різних технологій вирощування (дані СДС ІАП НААН)**

Назва технології	Середнє ( $\times 10^6$ КУО/г)		Середнє за 2017–2018 рр.
	2017 р.	2018 р.	
Д 1 ТД «Ензим Агро»	2,5 $\pm$ 1,0	2,6 $\pm$ 1,0	2,6 $\pm$ 1,0
Д 2 БТУ-Центр	4,0 $\pm$ 0,5	3,8 $\pm$ 0,5	3,8 $\pm$ 0,5
Д 3 Центру ефективних технологій	4,2 $\pm$ 0,5	3,9 $\pm$ 0,5	4,0 $\pm$ 0,5
Д 4 ТОВ «Агрофірма Колос»	3,9 $\pm$ 0,5	4,0 $\pm$ 0,5	4,0 $\pm$ 0,5



**Рис. 2.** Чисельність ізолятів мікроміцетів у ризосфері рослин гороху сорту Стартер у фазу сходів за різних технологій вирощування (дані СДС ІАП НААН, 2017 р.)

можна пояснити тим, що комплекс біопрепаратів, які входять до складу технологій Д 2 (Органік баланс, Енпосам), та Д 4 (Мікробіофіт горох, Вермібіогумат), характеризуються фунгіцидною дією. На фоні технологій Д 1 та Д 3 спостерігалось збільшення біорізноманіття мікрофлори ризосфери рослин гороху сорту Стартер порівняно із технологіями Д 2 та Д 4. Це пояснюється тим, що в технології Д 3 використовується біопрепарат (Біо АГ «Емочка родючість»), який є фунгіцидом вибіркової дії та стимулятором росту рослин і забезпечує підвищення їх стресостійкості до змін погодних умов.

Як свідчать результати досліджень (табл. 3), чисельність КУО/г ризосферно-

го ґрунту в агроценозі рослин гороху сорту Стартер у 2017–2018 рр. варіювала у межах  $2,7 \times 10^6$ – $4,2 \times 10^6$ .

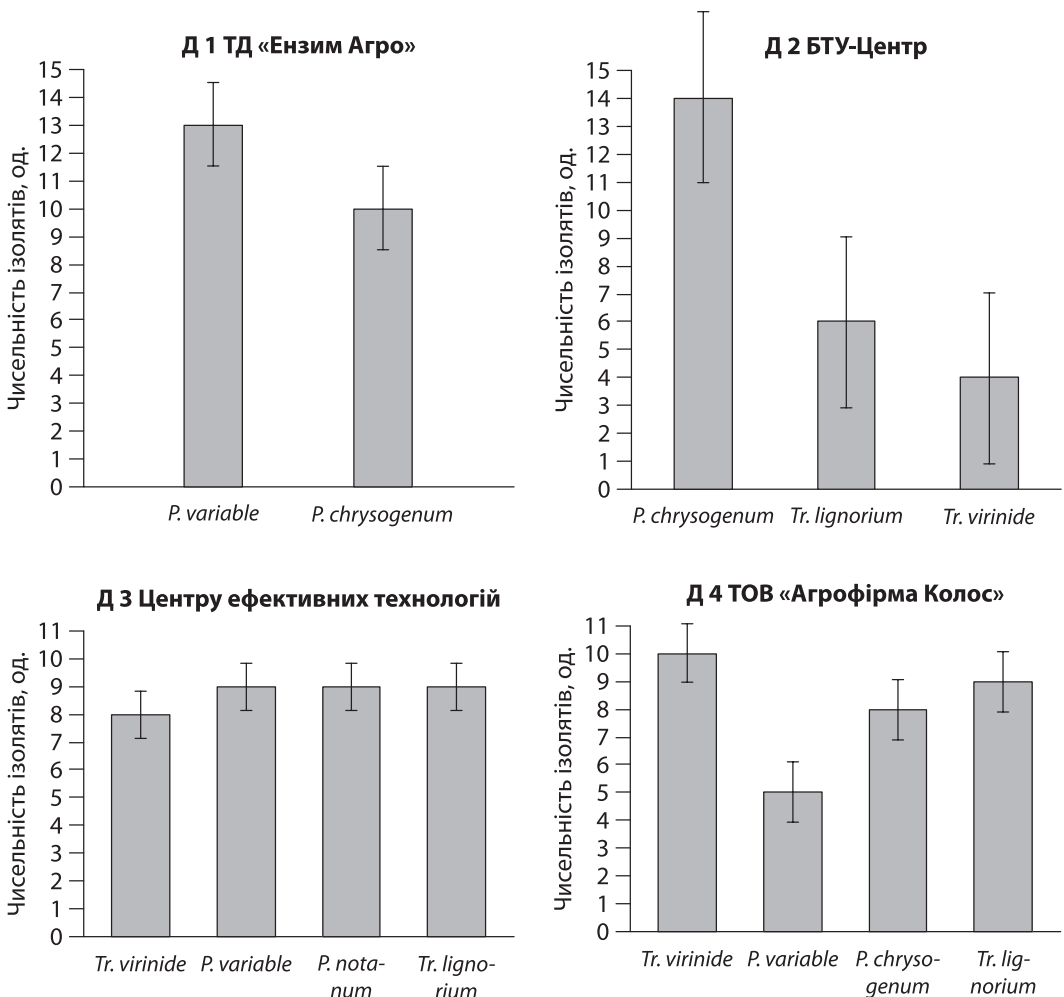
Також більшу чисельність мікроміцетів КУО/г ризосферного ґрунту було зафіксовано за технологій Д 2, Д 3 та Д 4 порівняно із Д 1.

Подібні дослідження, проведені з ризосферним ґрунтом рослин у фазу зеленого стручка, засвідчили істотну зміну спектра мікроміцетів (рис. 3). Так, у цій фазі розвитку рослин зменшувалось біорізноманіття мікроміцетів порівняно із мікробіотою ризосфери у фазу сходів. На фоні досліджуваних технологій вирощування рослин гороху виявлено сапротрофні мікроміцети, до яких належать: *Trichoderma viride*,



**Чисельність мікроміцетів ризосферного ґрунту рослин гороху сорту Стартер у фазу зеленого стручка за різних технологій вирощування (дані СДС ІАП НААН)**

Назва технології	Середнє ( $\times 10^6$ КУО/г)		Середнє за 2017–2018 рр.
	2017 р.	2018 р.	
Д 1 ТД «Ензим Агро»	2,7 $\pm$ 1,0	2,5 $\pm$ 1,0	2,6 $\pm$ 1,0
Д 2 БТУ-Центр	4,0 $\pm$ 0,5	3,7 $\pm$ 0,5	3,8 $\pm$ 0,5
Д 3 Центру ефективних технологій	4,2 $\pm$ 0,5	3,9 $\pm$ 0,5	3,8 $\pm$ 0,5
Д 4 ТОВ «Агрофірма Колос»	3,8 $\pm$ 0,5	4,0 $\pm$ 0,5	4,0 $\pm$ 0,5

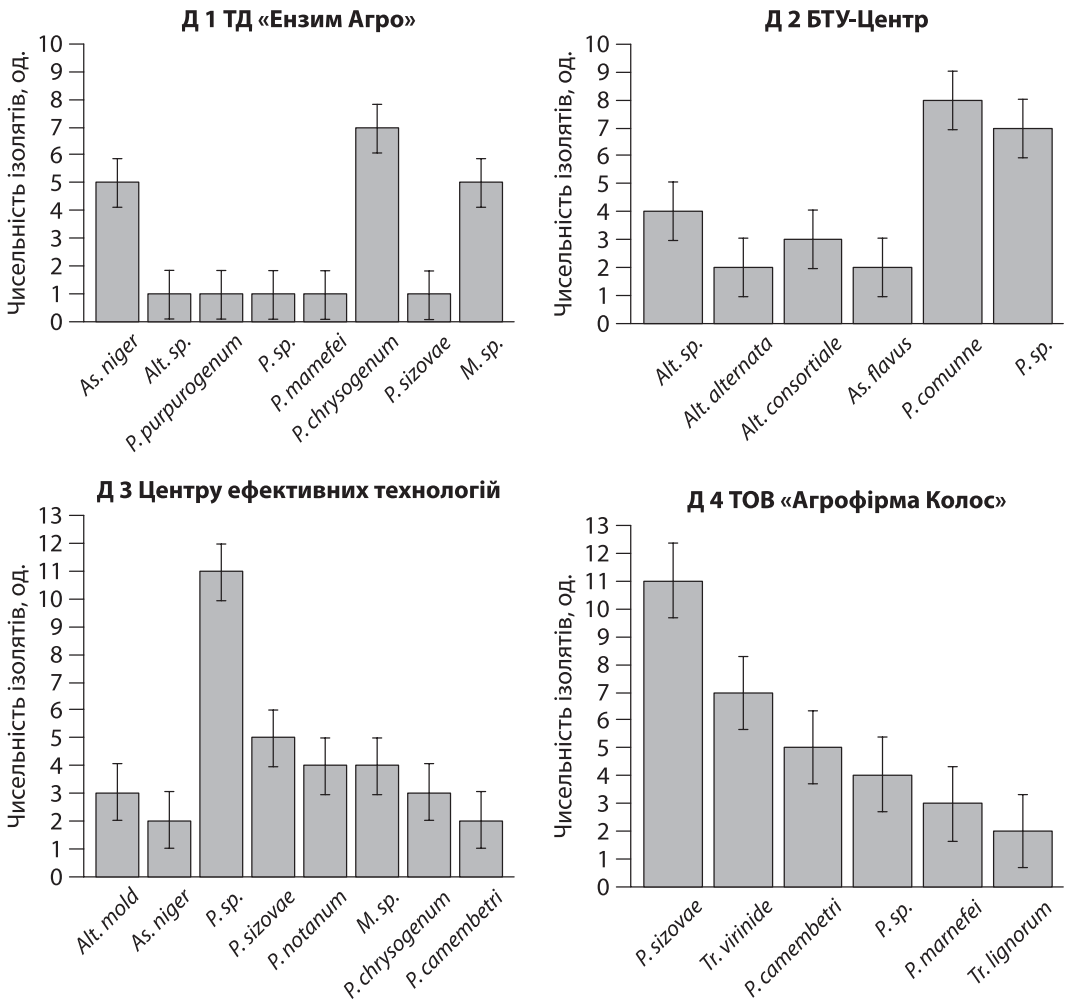


**Рис. 3.** Чисельність ізолятів мікроміцетів у ризосфері рослин гороху сорту Стартер у фазу зеленого стручка за різних технологій вирощування (дані СДС ІАП НААН, 2017 р.)

*Trichoderma lignorum*, *Penicillium variable*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium notanum*. Відсутність фітопатогенних мікроміцетів може свідчити про жорсткий тиск вказаних технологій на популяції грибів-паразитів [13]. Встановлено, що на фоні технологій за дії комплексу біопрепаратів широкого спектра на популяції патогенних мікроміцетів, які входять до складу Д 1 (Триходермін, Фітодоктор, Урожай органік, Бітоксисацілін БТУ-Р) та Д 2 (Органік баланс, Хелп рост соя, Енпосам, Бітоксисацілін БТУ-Р) у ризосфері культури сорту

Стартер спостерігається зменшення мікробіорізноманіття порівняно із технологіями Д 3 (Біо АГ «Емочка родючість», Бітоксисацілін БТУ-Р) і Д 4 (Мікробіофіт горох, Вермібіогумат, Бітоксисацілін БТУ-Р), відповідні препарати мають вибірккову фунгіцидну дію.

Дані, наведені на рис. 4, засвідчують наявність незначної чисельності фітопатогенних мікроміцетів на фоні технологій вирощування Д 1 та Д 3, що може призвести до утворення епіфітогій і, зрештою, до накопичення токсинів та мікотоксинів.



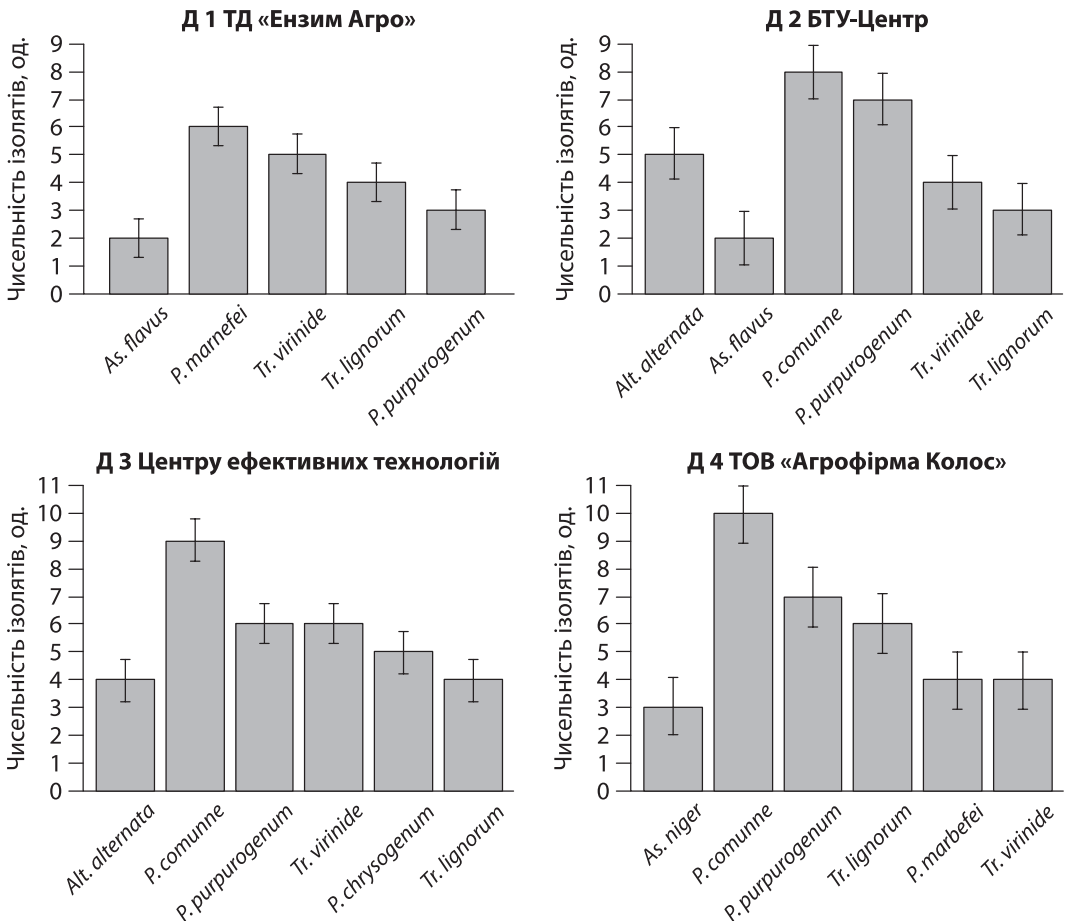
**Рис. 4.** Чисельність ізолятів мікроміцетів у ризосфері рослин гороху сорту Стартер у фазу сходів за різних технологій вирощування (дані СДС ІАП НААН, 2018 р.)

У ризосфері рослин гороху сорту Стартер на фоні вказаних технологій вирощування домінують сапротрофні мікроміцети. Але в умовах технології Д 4 виявлено лише сапротрофні види мікроміцетів, що може свідчити про жорсткий тиск на фітопатогенні мікроміцети. Поряд із тим на фоні технології Д 2 домінують фітопатогенні гриби, що може призвести до утворення епіфітотій, здатних накопичити токсини та мікотоксини [2, 3, 13].

На фоні технологій Д 1 та Д 3 спостерігалось збільшення біорізноманіття мікробіоти ризосфери рослин гороху порівняно із технологіями Д 2 та Д 4 [2, 3]. Це пояснюється тим, що в технології Д 3 використо-

вується біопрепарат (Біо АГ «Емочка родючість»), який є фунгіцидом вибіркової дії, стимулятором росту рослин і підвищення їх стресостійкості до змін погодних умов.

За подібними дослідженнями на стадії зеленого стручка істотно змінюється спектр мікроміцетів (рис. 5). У цій фазі розвитку рослин істотно знижується спектр мікроміцетів порівняно із мікрофлорою ризосфери у фазу їх сходів. Визначено присутність незначної чисельності фітопатогенних мікроміцетів на фоні технологій Д 1, Д 2, Д 3 та Д 4, що свідчить про жорсткий тиск компонентів технологій на фітопатогенні мікроміцети [2, 3]. До того ж домінують сапротрофні міксоміцети.



**Рис. 5.** Чисельність ізолятів мікроміцетів у ризосфері рослин гороху сорту Стартер у фазу зеленого стручка (дані СДС ІАП НААН, 2018 р.)

Встановлено, що на фоні технологій Д 1 (Триходермін, Фітодоктор, Урожай органік, Бітоксидацилін БТУ-Р) та Д 3 (Біо АГ «Емочка родючість», Бітоксидацилін БТУ-Р) за дії вказаних препаратів спостерігалось збільшення біорізноманіття мікрофлори ризосфери рослин гороху. Це можна пояснити тим, що біопрепарати, які застосовувались за технологій Д 1 і Д 3 мають вибіркову фунгіцидну дію. На фоні технології Д 2 (Органік баланс, Хелп рост соя, Енпосам, Бітоксидацилін БТУ-Р) та Д 4 (Мікробіофіт горох, Вермібіогумат, Бітоксидацилін БТУ-Р), навпаки, було зафіксовано зменшення біорізноманіття мікрофлори ризосфери культури. Це пояснюється тим, що вказані біопрепара-

ти мають широкий спектр фунгіцидної дії [2].

## ВИСНОВКИ

Установлено, що мікrobiота ризосфери рослин сортів гороху в умовах органічного виробництва характеризується різним видовим та кількісним складом мікроріцетів. Залежно від впливу сорту рослин та елементів технологій їх вирощування в мікrobiоті ризосфери рослин спостерігається спрямований або стабілізуючий добір, що визначає розбалансованість або збалансованість між популяціями сапротрофів та патогенних мікроріцетів. Це може істотно змінювати мікробіологічну структуру у фітоценозі та впливати на імуномоделяційну активність і пролонговану дію в онтогенезі рослин.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Patogenic fungi in pea seeds [Електронний ресурс] / K.Wilman [et al.] // Archives of Industrial Hygiene and Toxicology. — 2014. — Vol. 65, Issue 3. — P. 329–338. — Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25205690>
2. Organic agriculture promotes evenness and natural pest control [Електронний ресурс] / D.W. Crowder [et al.] // Nature. — 2010. — Vol. 466. — P. 109–112. — Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20596021>
3. Krauss J. Decreased functional diversity and biological pest control in conventional compared to organic crop fields [Електронний ресурс] / J. Krauss, I. Gallenberger, I. Steffan-Dewenter // PLoS. — 2011. — Vol. 6 (5). Режим доступу: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0019502>
4. Малиновська І.М. Вплив органічного і мінерального удобрення на чисельність та фізіолого-біохімічну активність мікроорганізмів сірого лісового ґрунту [Електронний ресурс] / І.М. Малиновська, С.Е. Дегодюк, Л.С. Ястремська // Проблеми екологічної біотехнології. — 2017. — № 2. — Режим доступу: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/12194/16294>
5. Копилов Є.П. Ґрунтові гриби як біотичний чинник впливу на рослини / Є.П. Копилов // Сільськогосподарська мікробіологія. — 2012. — Вип. 15–16. — С. 7–28.
6. Ecology of *Paracoccidioides brasiliensis*, *P. lutzii* and related species: infection in armadillos, soil occurrence and mycological aspects [Електронний ресурс] / M.F. Hrusyk [et al.] // Medical Mycology. — 2017. — Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29325170>
7. Кириченко О.В. Фітоелектини та діазатрофи — поліфункціональні компоненти біологічних композицій / О.В. Кириченко // Biotechnologia Acta. — 2014. — Vol. 7, No. 1. — P. 40–45.
8. Екологічна система землеробства в Лісостепу України: Методичні рекомендації для впровадження у виробництво / С.П. Танчик, О.А. Демидов, Ю.П. Манько та ін. — К., 2011. — 39 с.
9. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 2: Норми з відбирання проб: ДСТУ ISO 10381-2: 2004. — [Чинний від 2006-04-01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2006. — 50 с.
10. Попова Ж.П. Методи учета количества и состава ризосферной микрофлоры / Ж.П. Попова // Некоторые методы количественного учета почвенных микроорганизмов и изучения их свойств: методические рекомендации. — Л.: ВНИИСХМ, 1987. — С. 9–15.
11. Методы экспериментальной микологии / И.А. Дудка, С.П. Вассер, И.А. Элланская и др.; под ред. В.И. Билая. — К.: Наукова думка, 1982. — 548 с.
12. Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений: определитель. в 3 т. — К.: Наукова думка, 1978. — 229 с.

## REFERENCES

1. Wilman, K., et al. (2014). Patogenic fungi in pea seeds. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 65, Issue 3, 329–338. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25205690> [in English].
2. Crowder, D.W. et al. (2010). Organic agriculture promotes evenness and natural pest control. *Nature*, 466, 109–112 [in English].
3. Krauss, J., Gallenberger, I., Steffan-Dewenter, I.

- (2011). Decreased functional diversity and biological pest control in conventional compared to organic crop fields. *PLoS*, 6 (5). Retrieved from <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0019502> [in English].
4. Malynovska, I.M. Dehodiuk, S.E., Yastremska, L.S. (2017). Vplyv orhanichnoho i mineralnoho udobrennia na chyselnist ta fiziolooho-biokhimichnu aktyvnist mikroorhanizmiv siroho lisovoho gruntu [Influence of organic and mineral fertilizers on the number and physiological and biochemical activity of microorganisms of gray forest soil]. *Problemy ekolohichnoi biotekhnologii — Problems of environmental biotechnology*, 2. Retrieved from <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/12194/16294> [in Ukrainian].
  5. Kopylov, Ye.P. (2012). Gruntovi hryby yak biotychnyy chynnyk vplyvu na roslyny [Soil mushrooms as a biotic factor affecting plants]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia — Agricultural Microbiology*, 15–16, 7–28 [in Ukrainian].
  6. Hrycyk, M.F. et al. (2017). Ecology of *Paracoccidioides brasiliensis*, *P. lutzii* and related species: infection in armadillos, soil occurrence and mycological aspects]. *Medical Mycology*. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29325170> [in English].
  7. Kyrychenko, O.V. (2014). Fitoelektyny ta diazatrofy — polifunksionalni komponenty biolohichnykh kompozytsii [Phytoelectrins and diazotrophy — polyfunctional components of biological compositions]. *Biotechnologia Acta* 7 (1), 40–45 [in Ukrainian].
  8. Tanchyk, S.P., Demidov, O.A., Manko, Yu.P. et al. (2011). *Ekolohichna sistema zemlerobstva v Lisostepu Ukrainy: Metodichni rekomendatsii dlia vprovadzhennia u vyrobnytstvo* [Ecological system of agriculture in the forest-steppe of Ukraine: Methodical recommendations for implementation in production]. Kyiv [in Ukrainian].
  9. Yakist gruntu. Vidbyrannia prob. Chastyna 2. Nastanovy z vidbyrannia prob: [Quality of soil. Sampling Part 2. Guidance on sample sampling]. (2004). *DSTU ISO 10381-2: 2004 from 1th April 2006*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
  10. Popova, Zh.P. (1987). Metody ucheta kolichestva i sostava rizofernoj mikroflory [Methods of accounting for the number and composition of the rhizosphere microflora]. *Nekotorye metody kolichestvennogo ucheta pochvennykh mikroorganizmov i izuchenija ih svojstv: metodicheskie rekomendacii* [Some methods for quantitative accounting of soil microorganisms and studying their properties: methodical recommendations]. Leningrad: VNIISHM [in Russian].
  11. Dudka, I.A., Vasser, S.P., Jellanskaja, I.A. et al. (1982). *Metody jeksperimental'noj mikologii* [Experimental Mycology Methods]. V.I. Bilai (Ed.). Kyiv: Naukova dumka [in Russian].
  12. Pidoplichko, N.M. (1978). *Griby-parazyty kul'turnykh rastenij: opredelitel'* [Mushrooms-parasites of cultivated plants: the determinant]. (Vols. 1–3). Kyiv: Naukova dumka [in Russian].

Отримано 25.10.2018



## ЕКОЛОГО-ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ УКРАЇНСЬКОЇ АНТОНІНСЬКО-ЗОЗУЛИНЕЦЬКОЇ ЛУСКАТОЇ ПОРОДИ КОРОПА (*CYPRINUS CARPIO L.*)

С.І. Тарасюк<sup>1</sup>, В.В. Коніщук<sup>2</sup>, Д.М. Постоєнко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут рибного господарства НААН

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

Наведено основні еколого-генетичні особливості вирощування у внутрішніх водоймах України перспективних популяцій Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа. Здійснено морфометричну оцінку племінного матеріалу. Досліджене стадо є однорідним, коефіцієнти мінливості — стабільними, відповідають нормативним показникам української лускатої породи. За результатами аналізу плідників розподіляли на класи, виділяли елітні групи, з яких формували маточний матеріал для виконання робіт з відтворення коропа. Виявлено специфічні особливості генетичної структури породи за розподілом алейних частот за локусами альбуміну, естерази, трансферину. Аналіз генетичної структури засвідчив специфіку розподілу алейних частот і генотиповий склад локусів білкових систем. Аналіз різноманіття генотипів досліджуваних популяцій у розрізі господарств дав можливість виявити специфічні генотипи (за локусом трансферину) та відсутність деяких із теоретично очікуваних, а саме  $TF AB$ ,  $VB$  і  $DD$ . Специфічним для лускатих коропів у рибних господарствах були генотипи: «Меджибіж» —  $TF C_1C_1$ , «Стара Синява» —  $TF C_1C_2$ , «Антоніни» —  $AC_1$  та  $AC_2$ . Отримано відмінності за рівнем середньої гетерозиготності, що робить можливим здійснення контролю за рівнем мінливості у генетичній структурі досліджуваних популяцій. Встановлено статистично достовірний надлишок гетерозигот за більшістю локусів, окрім  $TF$  і  $EST$  у дослідженій групі. Найвищий рівень гетерозиготності у досліджуваних групах коропа спостерігається за локусами  $ALB$  (78,8–82,8%) і  $ME$  (72,7–82,8%). Отримані дані свідчать, що у коропів рибних господарств «Меджибіж» та «Антоніни» спостерігається оптимальний рівень генетичної гетерогенності (60–71%) порівняно з господарством «Стара Синява», де він є найнижчим (57%). Отримано дані для використання окремих генетико-біохімічних систем з метою диференціації та ведення постійного генетичного моніторингу популяцій лускатих коропів. Доведено перспективність, екобезпечність вирощування коропів в Україні.

**Ключові слова:** адаптивність, популяція, Антонінсько-Зозуленецький лускатий короп, генотип.

Нині аквакультура є найперспективнішим напрямом рибництва, що активно розвивається у світі. Україна, де основним об'єктом риборозведення є коропові риби, входить до переліку держав Європи, які займають провідне місце з виробництва продукції аквакультури. Але останнім часом у рибному господарстві спостерігаються загрозливі тенденції. Насамперед, це зумовлено погіршенням екологічного стану довкілля, захворюваннями та проблемами відтворення популяцій. Забруднення навколишнього природного середовища негативно впливає на екологічний стан водойм, що своєю чергою призводить до незворотних змін у гомеостазі водних

об'єктів, нездатності до самовідновлення балансу водних екосистем. Ця проблема нині є актуальною і набуває прикладного і теоретичного значення.

Ключову роль у створенні українських порід коропів відіграла популяція Антонінського коропа, яка сформувалась за його вирощування в умовах великих неспускних ставів у 30-ті роки минулого століття в Антонінському держрибозапліднику Хмельницької обл. шляхом стихійних схрещувань аборигенних лускатих і завезених Галіційських коропів. Тоді було сформовано два типи коропів: Зозуленецький лускатий і Антонінський рамчастий. Завдяки системній селекційній роботі, що налічувала відтворне схрещування і масо-

вий добір, були створені українські породи лускатого і рамчастого короїв [1, 2].

Збереженню і підтриманню стабільної генетичної структури риб багато в чому сприяє чистопородне розведення, за якого періодичне «прилиття крові» є забезпечувальною умовою підтримки внутрішньопородної генетичної подібності популяції. Вивчення алейних частот маркерних генів дає змогу визначити генетичні відмінності й ступінь генетичної подібності порід та породних груп риб, на які впливають не тільки час роздільної еволюції, але й напрям добору. Можна очікувати, що відмінності в генетичній структурі схрещуваних особин будуть сприяти одержанню ефекту гетерозису. Вивчення генетичних особливостей новостворених та природних популяцій риб є основою для розробки методів генетичного моніторингу. Перспективність використання поліморфних систем крові й нуклеотидних повторів ДНК для маркування генотипів надасть змогу не тільки контролювати процес передачі генів батьківських пар нащадкам у ряді поколінь та визначити фактичний індекс генетичної подібності, але й прогнозувати ефективність добору [3].

Генетичні маркери також можуть бути використані для оцінки результатів родинного розведення й контролю за рівнем гомозиготності в інбредних особин. Контроль за рівнем гомозиготності й поліморфності є особливо важливим для розведення локальних породних груп риб.

З огляду на недостатність генетичних досліджень з вивчення популяції Антонінсько-Зозулинецької лускатої породи короїв, нами було проведено аналізи генетичної структури, поліморфізму й розподілу алейних варіантів за використання молекулярно-генетичних маркерів, визначення рівня генетичної мінливості та оцінки впливу певних чинників на частоту їх трапляння у лускатих короїв [4, 5].

Вивчення рибницько-біологічних особливостей, оцінка стану водойм, видового складу біоти, біохімічного і ДНК-поліморфізму короїв та динаміки їх генетичної структури в процесі породного райо-

нування надасть змогу визначити частку генетичної компоненти у ній, встановити еколого-генетичне значення особин у розвитку й підтриманні стійкості популяцій та збільшить можливість дослідження супровідних процесів, а також відкриє перспективу вивчення еволюційно-генетичних закономірностей та філогенетичних взаємовідносин між різними популяціями короїв.

Мета роботи — наукове обґрунтування оптимізації еколого-безпечного та ефективного вирощування популяції Антонінсько-Зозулинецької породи короїв. Здійснити морфометричну оцінку племінного матеріалу, виявити специфічні особливості генетичної структури породи за розподілом алейних частот за локусами альбуміну, естерази, трансферину, визначити відмінності за рівнем середньої гетерозиготності у тварин.

#### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальний матеріал було отримано від популяції Антонінсько-Зозулинецької лускатої породи короїв, вирощуваного у ставах ПАТ «Хмельницькрибгосп» (2017–2018 рр.). Відбір іхтіологічного матеріалу здійснювали за використання сітки з розміром вічка 100 мм. Після затягування сітки довжиною 80 м, рибу спрямовували до берега і підсакою відбирали дослідний матеріал. Досліджувані особини були представлені статевозрілими (4–6 років) і статевонезрілими особинами (2 роки) обох статей. Таксономію наведено згідно із загальноприйнятими визначниками [6]. Камеральну обробку виконували за загальноприйнятими методами в авторській модифікації [7, 8].

Кров відбирали у живих особин риби з хвостової артерії шпиром із голкою. У пробірки (типу «Eppendorf») з антикоагулянтом (гепарин 25 мкл/мл крові). Отриману кров розділяли на фракції шляхом центрифугування впродовж 10 хв при 800 g. Еритроцити промивали 10 об'ємами 0,65% розчину NaCl. Отримані еритроцити, лейкоцити та плазму фасували у пробірки. Проби для тривалого зберігання поміщали

у морозильну камеру (температура –  $-20^{\circ}\text{C}$ ). Зразки тканин відбирали після проведення екстер'єрних вимірів.

Здійснювали електрофоретичне розділення білків методом вертикального поліакриламідного та горизонтального крохмального електрофорезу [9, 10].

Основними промірами екстер'єрних показників риби були: маса тіла (Р), промислова довжина (І), обхват тіла (О), висота тіла (Н). На основі цих показників були розраховані індекси тілобудови: індекс високоспинності (І/Н) та індекс обхвату

(І/О), коефіцієнт вгодованості (Кв) за формулою Фультонна (табл. 1).

Результати досліджень обробляли методами математичної статистики та біометрії (Плохинский, 1969). 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 за допомогою комп'ютерних програм BIOSYS-1, Statistica. Статистич-

Таблиця 1

Екстер'єрні показники плідників коропа лускатої породи

№	Р (г)	І (см)	Н (см)	О (см)	Кв	І/Н	І/О
1 Л	9200	80	22	55	1,79	3,6	1,4
2 Л	10000	80	23	59	1,95	3,5	1,32
3 Л	11800	81	26	66,5	2,22	3,1	1,2
4 Л	4200	61	18	44	1,85	3,4	1,4
5 Л	11600	82	25	59,5	2,10	3,3	1,3
6 Л	8000	74	21,5	54	1,97	3,4	1,3
7 Л	8800	76	23	58	2,00	3,3	1,3
8 Л	8500	79	23	55,5	1,72	3,4	1,4
9 Л	7800	79	22,5	68,2	1,58	3,5	1,1
10 Л	8800	75	24	58	2,08	3,1	1,3
11 Л	6400	79	21	49,5	1,29	3,8	1,6
12 Л	9500	75	23	58	2,25	3,3	1,3
13 Л	8100	77,5	22,5	63,5	1,74	3,4	1,2
14 Л	9900	79	23	58	2,00	3,4	1,3
15 Л	6900	74	26,5	50	1,70	2,8	1,5
16 Л	5100	63	21	48	2,04	3	1,3
17 Л	7200	73	23	53	1,85	3,1	1,3
18 Л	6500	72	20	50	1,74	3,6	1,4
19 Л	7600	77	21,5	53	1,66	3,6	1,4
20 Л	5400	68	19	47	1,71	3,6	1,4
21 Л	5400	68	20	47	1,71	3,4	1,4
22 Л	5500	68	19,5	42	1,75	3,5	1,6
23 Л	7200	73	21	51,5	1,85	3,5	1,4
24 Л	7100	77	20	43	1,55	3,8	1,8
25 Л	5500	67	20	46,5	1,83	3,3	1,4
26 Л	6000	71	19	47	1,67	3,7	1,5
27 Л	5600	68	20	46	1,78	3,4	1,4
28 Л	9600	78	23,5	59	2,02	3,3	1,3
29 Л	8200	79	22	53	1,66	3,6	1,5
30 Л	6200	73	20,5	49	1,59	3,5	1,5
Середне	7586,6	74,22	21,8	53,06	1,82	3,4	1,38

ну вірогідність відмінностей оцінювали за критерієм Ст'юдента ( $St$ ) [11, 12].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для визначення еколого-генетичних показників аквакультури популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа здійснено їх всебічний аналіз.

За результатами морфометричного аналізу плідників розподіляли на класи, виділяли елітні групи, з яких формували маточний матеріал для виконання робіт з відтворення виду.

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

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

Індекси тілобудови — обхвату тіла ( $I/O$ ) та високоспинності ( $I/H$ ) — характеризують екстер'єр короїв, 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 лускатої породи коропа не виявлено.

Середнє значення коефіцієнта варіації у лускатої породи коропа зафіксовано за масою тіла (7586,6 г), тоді як за індексами тілобудови вони не перевищували 3,4%, що може свідчити про однорідність досліджуваного стада.

Індекс обхвату тіла риб має найменший діапазон — 1,38% ( $I/O$ ), тобто у короїв Антонінсько-Зозуленецької популяції є більш стабільним, ніж інші показники.

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

Завдяки морфометричній характеристиці племінного матеріалу популяції Антонінсько-Зозуленецького коропа можливо здійснювати селекційно-племінну роботу з українською лускатою породою виду.

Завдяки аналізу генетичної структури популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа за генетико-біохімічними системами встановлено специфічні особливості за частотою алелів локусів у всіх досліджених групах (табл. 2).

Таблиця 2

#### Частоти алелів за генетико-біохімічними системами у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа досліджуваних рибних господарств

Локуси, алелі	«Меджибіж»	«Стара Синява»	«Антоніни»	Загалом
<i>TF</i> ( <i>n</i> )	9	13	17	39
<i>A</i>	0,222	0,231	0,235	0,283
<i>B</i>	0,056	0,115	0,294	0,183
<i>C</i> <sub>1</sub>	0,500	0,462	0,235	0,417
<i>C</i> <sub>2</sub>	0,222	0,154	0,029	0,100
<i>D</i>	0,000	0,038	0,206	0,017
<i>ALB</i> ( <i>n</i> )	9	13	17	39
<i>A</i>	0,666	0,654	0,529	0,590
<i>B</i>	0,334	0,346	0,471	0,410
<i>EST</i> ( <i>n</i> )	9	13	17	39
<i>F</i>	0,500	0,538	0,500	0,513
<i>S</i>	0,500	0,462	0,500	0,487

За результатами всіх проаналізованих зразків риб система лактатдегідрогенази (LDH) виявилась мономорфною. За системами естерази (EST), малатдегідрогенази (MDH), малик-ензиму (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. Найбільш поліморфним у досліджених групах коропа виявився локус MDH 2.

Трансферини риб відносяться до групи найбільш мінливих білків. За локусом TF з п'яти виявлених алейних варіантів у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа істотно меншу частоту мали алелі TF C<sub>2</sub> (0,029) з рибгоспу «Антоніни». З найбільшою частотою траплялися алелі TF C<sub>1</sub> (0,500 — «Меджибіж» і 0,462 — «Стара Синява»).

За порівняння розподілу алейних варіантів і генотипів найвища частота трапляння спостерігалась за алейними варіантами трансферинів B, C<sub>1</sub> (табл. 2). Розподіл алейних частот мав чітку своєрідність: за відсутністю алеля A і перевагою сумарно алелей C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> спостерігалась подібність; за присутністю всіх п'яти алейних варіантів

трансферину виявились подібними між собою всі досліджувані групи.

У зоні альбуміну виявлено два алейні варіанти з швидкою і повільною рухливістю. Виявлено відмінності у коропів з різних господарств. У груп коропів з рибних господарств «Антоніни» та «Стара Синява» з більшою частотою траплявся алейний варіант з швидкою рухливістю A (0,654 та 0,529 відповідно). З найменшою частотою зафіксовано алейний варіант з повільною рухливістю B (0,111) у груп коропів з рибгоспу «Меджибіж».

У дослідженій популяції коропів обидва алейні варіанти локусу EST траплялися з частотою від 0,462 до 0,538 і не значно відрізнялися між собою.

За локусами НАДФ-залежної малатдегідрогенази, карбоангідрази, супероксиддисмутази у досліджуваних екземплярів коропів виявлено швидкий та повільний алейні варіанти, які за своєю частотою трапляння у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа істотно не відрізнялися.

Співвідношення частот алелів TF у популяціях риб зазвичай добре вкладається в рамки формули Харді — Вайнберга, але трапляється і відхилення — у деяких вибірках не вистачає гетерозигот, рідше спостерігається їх надлишок (табл. 3).

Таблиця 3

**Наявні та очікувані генотипи за досліджуваними локусами у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа трьох досліджуваних груп**

Локуси	Генотипи	Наявні	Очікувані	$\chi^2$	P (%)
<i>Рибне господарство «Меджибіж»</i>					
<i>TF</i>	AA	0	0,353	3,396	0,758
	AC <sub>1</sub>	0	0,235		
	AC <sub>2</sub>	3	2,118		
	AD	1	0,941		
	BC <sub>1</sub>	1	0,000		
	BC <sub>2</sub>	0	0,529		
	BD	1	0,235		
	CC	2	2,118		
	C <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	1	2,118		
	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	1	0,353		



Закінчення таблиці 3

Локуси	Генотипи	Наявні	Очікувані	$\chi^2$	P (%)
<i>ALB</i>	AA	3	0,882	20,847	0,000
	AB	0	0,706		
	BB	1	0,059		
<i>EST</i>	FF	1	2,118	2,228	0,135
	FS	7	4,765		
	SS	1	2,118		
<i>Рибне господарство «Стара Синява»</i>					
<i>TF</i>	AA	1	0,600	3,550	0,965
	AC <sub>1</sub>	1	0,720		
	AC <sub>2</sub>	2	2,880		
	AD	1	0,960		
	AF	0	0,240		
	BB	0	0,120		
	BC <sub>1</sub>	2	1,440		
	BC <sub>2</sub>	0	0,480		
	BD	0	0,120		
	C <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	2	2,640		
	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3	1,920		
C <sub>1</sub> D	1	0,480			
<i>ALB</i>	AA	4	5,440	3,176	0,075
	AB	9	6,120		
	BB	0	1,440		
<i>EST</i>	FF	2	3,640	3,359	0,067
	FS	10	6,720		
	SS	1	2,640		
<i>Рибне господарство «Антоніни»</i>					
<i>TF</i>	AA	0	0,848	7,997	0,629
	AC <sub>1</sub>	3	2,424		
	AC <sub>2</sub>	3	1,939		
	AD	1	0,242		
	AF	1	1,697		
	BB	1	1,364		
	BC <sub>1</sub>	2	2,424		
	BC <sub>2</sub>	0	0,303		
	BD	3	2,121		
	C <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	0	0,848		
	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	0	0,242		
C <sub>1</sub> D	3	1,697			
<i>ALB</i>	AA	3	4,636	2,541	0,111
	AB	12	8,727		
	BB	2	3,636		
<i>EST</i>	FF	1	4,121	9,177	0,002
	FS	15	8,758		
	SS	1	4,121		

Примітка: \*  $\chi^2$  – критерій Пірсона; P – похибка.

За генетико-біохімічними системами (MDH, ALB, CA, SOD, TF і EST) у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа спостерігався неврівноважений стан через достовірний надлишок гетерозигот, що може свідчити про певні процеси її генетичної консолідації.

Рівень гетерозиготності є однією з найважливіших генетичних характеристик популяції, за якою визначають рівень генетичної консолідованості, генетичної варіабельності та ступінь селекційного впливу. Зростання показника гетерозиготності можна очікувати у разі підвищеної пристосованості риб до конкретного середовища. Зниження гетерозиготності, як і її надмірне збільшення, є несприятливими чинниками для нормального функціонування популяції [4].

З усіх досліджуваних генетико-біохімічних систем у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа найвищий рівень гетерозиготності спостерігався за локусом альбуміну (0,928) у рибгоспі «Меджибіж». Найменшу гетерозиготність у досліджуваних лускатих коропів зафіксовано за локусом EST (0,515) на дільниці «Антоніни» (табл. 4).

Середня гетерозиготність за всіма досліджуваними локусами була нижчою від

очікуваної: у лускатих коропів вона становила 0,604 (фактична) проти 0,843 (очікувана) у господарстві «Антоніни». Локус гемоглобіну (HB) та пуриннуклеозидфосфорилази (PN) у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа був мономорфним.

Отримані дані свідчать, що у коропів рибгоспів «Меджибіж» та «Антоніни» спостерігається оптимальний рівень генетичної гетерогенності (60–71%) порівняно з господарством «Стара Синява», де цей показник є найнижчим (57%).

Встановлено статистично достовірний надлишок гетерозигот за більшістю локусів, окрім TF у рибгосподарстві «Стара Синява». Найвищий рівень гетерозиготності у досліджуваних групах коропа зафіксовано за локусами ALB (78,8–82,8%) і ME (72,7–82,8%).

Аналіз різноманіття генотипів (за локусом трансферину) досліджуваних популяцій у розрізі господарств дав можливість виявити специфічні генотипи та відсутність деяких із теоретично очікуваних, а саме – TF AB, BB і DD. Специфічними для досліджуваних груп лускатих коропів з рибгоспів були такі генотипи: «Меджибіж» – TF C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>, «Стара Синява» – TF C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>, «Антоніни» – AC<sub>1</sub> та AC<sub>2</sub>.

Таблиця 4

**Рівень середньої гетерозиготності за дослідженими генетико-біохімічними системами у популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа**

Локус / H*	TF	EST	ALB	Гетерозиготність за всіма локусами
<i>Рибне господарство «Меджибіж»</i>				
H <sub>ф</sub>	0,686	0,529	0,928	0,714
H <sub>о</sub>	0,667	0,778	0,556	0,667
<i>Рибне господарство «Стара Синява»</i>				
H <sub>ф</sub>	0,723	0,471	0,517	0,570
H <sub>о</sub>	0,769	0,692	0,769	0,743
<i>Рибне господарство «Антоніни»</i>				
H <sub>ф</sub>	0,783	0,515	0,513	0,604
H <sub>о</sub>	0,941	0,882	0,706	0,843

Примітка: \* H<sub>о</sub> – очікувана та H<sub>ф</sub> – фактична гетерозиготність.

## ВИСНОВКИ

Зважаючи на характеристику морфометричної оцінки племінного матеріалу популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа, досліджене стадо є однорідним, коефіцієнти мінливості — стабільними, що є важливим у процесі селекційної роботи з ними та відповідає нормативним показникам щодо цієї породи.

Із розглянутих генетико-біохімічних систем найінформативнішими для виявлення специфічних особливостей генетичної структури у лускатої породи коропа виявились ферменти альбуміну та естерази, а також локус трансферину. Отри-

мані дані надають змогу припустити, що оцінка поліморфізму саме цих систем може сприяти об'єктивному контролю ступеня інбридності груп риб, а також змін їх генетичної структури за різних умов розведення; представники популяції Антонінсько-Зозуленецької лускатої породи коропа є генетично консолідованими і потребують менш істотних перетворень популяційно-генетичної структури за адаптації до нових умов розведення. Важливу роль в популяційно-генетичній адаптації до біотичних чинників навколишнього природного середовища може відігравати поліморфізм локусу естерази.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Томіленко В.Г.* Генетика і селекція риб в Україні / В.Г. Томіленко // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. — К.: Логос, 2001. — Т. 4. — С. 351–371.
2. *Олексієнко О.О.* Внутрішньопорідна структура українських коропів / О.О. Олексієнко, І.І. Грициняк // Рибогосподарська наука України. — 2007. — № 1. — С. 21.
3. *Тарасюк С.І.* Актуальність молекулярно-генетичних досліджень в аквакультурі [Електронний ресурс] / С.І. Тарасюк, С.О. Колісник, О.Ю. Бєлікова // Елек. науковий журнал «Проблеми екологічної біотехнології». — 2018. — № 1. — С. 12. — Режим доступу: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/12877/17713>
4. *Алтухов Ю.П.* Генетические процессы в популяциях / Ю.П. Алтухов. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2001. — 431 с.
5. Організація селекційно-племінної роботи в рибництві / М.В. Гринжевський, І.М. Шерман, І.І. Грициняк та ін. — К.: Рибка моя, 2006. — 352 с.
6. *Маркевич О.П.* Визначник прісноводних риб УРСР / О.П. Маркевич, І.І. Короткий. — К.: Радянська школа, 1954. — 209 с.
7. Морфогенетичні особливості української лускатої породи коропа / Т.А. Нагорнюк, Н.Й. Тушиницька, С.І. Тарасюк // *Наук.-техн. бюл. Ін-ту біології тварин та Держ. н.-д. контролю ін-ту ветпрепаратів та корм. добавок.* — 2012. — Вип. 13, № 3/4. — С. 323–327.
8. *Грициняк І.І.* Генетична структура порід і породних груп коропів за окремими генетико-біохімічними системами / І.І. Грициняк, Т.А. Нагорнюк, С.І. Тарасюк // Рибогосподарська наука України. — 2008. — № 1. — С. 29–35.
9. *Тарасюк С.І.* Молекулярно-генетичні дослідження в рибництві / С.І. Тарасюк, І.І. Грициняк. — К.: Аграрна наука, 2013. — 310 с.
10. *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.
11. *Harris H.* Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics / H. Harris, D. Hopkinson. — Amsterdam: North-Holland Publ. Comp., 1976. — 680 p.
12. *Nei M.* Genetic distance between populations / M. Nei // *Amer. Nature.* — 1972. — Vol. 106, No. 4047. — P. 434–436.

## REFERENCES

1. Tomilenko, V.H. (2001). *Genetics and selection of fish in Ukraine*. *Genetics and selection of fish in Ukraine at the turn of the millennium*, 4, 351–371 [in Ukrainian].
2. Oleksiyenko, O.O., Hrytsyniak, I.I. (2007). *Vnutrishnioporiadna struktura ukrainskykh koropiv* [Inner-frame structure of Ukrainian carp]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy — Fishery science of Ukraine*, 1, 21 [in Ukrainian].
3. 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, 12. Retrieved from <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/12877/17713> [in Ukrainian].
4. Altukhov, Yu.P. (2001). *Heneticheskie protsesy v populyatsiyakh: monohrafiya* [Genetic processes in populations: monograph]. Moskva: Akademkniga [in Russian].
5. Hrynzhhevtskyi, M.V., Sherman, I.M., Hrytsyniak, I.I. et al. (2006). *Orhanizatsiya selektsiyono-*

- pleminnoi roboty v rybnytstvi: monografia [Organization of breeding and breeding work in fish culture: monograph].* Kyiv: Rybka moja [in Ukrainian].
6. Markevych, O.P., Korotkyi, I.I. (1954). *Vyznachnyk prysnovodnykh ryb URSR [Identifier of freshwater fish of the Ukrainian SSR].* Kyiv: Radyans'ka shkola [in Ukrainian].
  7. Nahorniuk, T.A., Tushnytsyka, N.Y., Tarasiuk, S.I. (2012). Morphogenetychni osoblyvosti ukraïns'kykh luskatoyi porody koropa [Morphogenetic features of Ukrainian sparse carp]. *Naukovo-tekhnichnyi byuletyn Instytutu biologiyi tvaryn ta Derzhavnogo naukovo-doslidnogo kontrol'nogo instytutu vetpreparativ ta kormovykh 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].
  8. Hrytsyniak, I.I., Nahorniuk, T.A., Tarasiuk, S.I. (2008). Henetychna struktura porid i porodnykh hrup koropiv za okremymy henetyko-biokhimichny-my systemamy [Genetic structure of breeds and rock groups of carps by individual genetic-biochemical systems]. *Rybohospodars'ka nauka Ukrainy — Fishery science of Ukraine*, 1, 29–35 [in Ukrainian].
  9. Tarasyuk, S.I., Hrytsyniak, I.I. (2013). *Molekulyarno-henetychni doslidzhennya v rybnytstvi [Molecular genetic studies in fish culture].* Kyiv: Agrarna nauka [in Ukrainian].
  10. Davis, B.J. (1964). Disc electrophoresis. II. Method and application to human serum proteins. *Academy Scientifics*, 121, 404–408 [in English].
  11. Harris, H. Hopkinson, D. (1976). *Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics.* Amsterdam: North-Holland Publ. Comp. [in English].
  12. Nei, M. (1972). Genetic distance between populations. *Amer. Nature*. 106, 4047, 434–436 [in English].

Отримано 13.11.2018

## ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА ЗА ВИКИДАМИ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

В.І. Піскун, Т.Л. Осипенко, М.В. Сікун

*Інститут тваринництва НААН*

*Здійснено оцінку викидів парникових газів, що утворюються від органічних відходів промислового виробництва молока за прив'язного утримання великої рогатої худоби (ВРХ). На основі даних щодо визначення сирого протеїну, сирого жиру, сирової клітковини і безазотистих екстрактивних речовин корму визначили валову енергію, яку споживали тварини на промисловому комплексі. На основі валової спожитої енергії тваринами та даних щодо органічних відходів визначено обсяги викидів метану, прямих та побічних викидів азоту як в абсолютних значеннях, так і в питомих на 1 голову ВРХ та в еквіваленті CO<sub>2</sub> за 1 рік, що становить 16640,90 кг.*

**Ключові слова:** викиди, парникові гази, побічна продукція, прив'язне утримання, велика рогата худоба, валова енергія.

---

Тваринництво є одним з основних утворювачів парникових газів, як-от метан, вуглекислий газ і закис азоту. Проте слід зауважити, що за оцінками відомих фахівців з питань довкілля Роберта Гудланда і Джефа Анханга, емісія парникових газів від тваринництва становить 51% від їх загальних обсягів [1].

Міжнародним інститутом системного аналізу (IIASA) в Австрії розроблено модель GAINS (Greenhouse Gas Air Pollution Interactions and Synergies). Це — інтегрована модель оцінки забруднення повітря, своєрідний інструмент для визначення таких стратегій викидів забруднювачів, які забезпечують якість атмосферного повітря і оптимізацію викидів парникових газів з найменшими витратами.

Загальна частка сільського господарства 28-ми країн ЄС у викидах парникових газів становить не більше 10% від усіх їх викидів. Згідно з прогнозом CAPRI (взаємодія і синергізм забруднення повітря парниковими газами), до 2030 р. загальні обсяги викидів, що не містять CO<sub>2</sub> парникових газів (CH<sub>4</sub> і N<sub>2</sub>O), у сільському господарстві необхідно знизити до 433 млн т у CO<sub>2</sub>-еквіваленті, або в 1,5% порівняно

з відповідними показниками референтного 2008 р. [2]. У документі йдеться, що у 2030 р., як і раніше, 99% від усього обсягу викидів метану у сільському господарстві припадає на тваринництво. До того ж основна частка (85%) належить жуйним тваринам. Основні джерела утворення оксиду азоту (N<sub>2</sub>O) зумовлено рослинництвом, — здебільшого через внесення неорганічних (мінеральних) добрив, поживних решток і культивування органічних ґрунтів (гістосолі), — частка якого в 2030 р. становитиме 51% від усієї емісії N<sub>2</sub>O. Останнє зумовлено утилізацією гною (11%), залишками гною на пасовищах (12%), внесенням гною як добрива на поля (16%) і непрямими емісіями (10%).

Загалом, у 2030 р. частка тваринництва у структурі викидів, що не містять CO<sub>2</sub> парникових газів, утвореного сільським господарством, зросте до 72%, якщо врахувати емісію від гною, залишеного на полях. Тобто рослинництво згенерує 28% викидів, що не містять CO<sub>2</sub> парникових газів, частину яких також зумовлено виробництвом кормів для тваринництва.

Два основні джерела викидів парникових газів: виробництво кормів для тварин і процес травлення, частка яких становить 45 і 39% відповідно. За розгляду виробни-



цтва кормів як чинника формування викидів враховується повний виробничий цикл, у т.ч. енерговитрати, виробництво добрив, культивування земель, транспортування тощо. Щодо процесу травлення, то йдеться про метаболізм худоби, в якому беруть участь метаногени — мікроорганізми, побічним продуктом діяльності яких є метан, що виходить назовні [3].

Метою досліджень було визначити обсяги викидів парникових газів за прив'язного утримання ВРХ з використанням механізованого видалення гною з подальшою переробкою органічних відходів промислового виробництва скотарства.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Оцінювання викидів парникових газів за різних систем підготовки гною до подальшого використання у землеробстві здійснювали за відповідними методиками [4].

Для цього відбирали зразки корму для різних статевих-вікових груп ВРХ, фіксували обсяги, спожиті худобою, та чисельність поголів'я. Потім відбирали проби гною з подальшим визначенням азоту, фосфору, калію, вологи, органічної речовини.

На основі даних з визначення сирого протеїну, сирого жиру, сирого клітковини та безазотистих екстрактивних речовин у кормах визначали валову спожиту енергію тваринами на промисловому комплексі. На основі цього показника було визначено обсяги викидів метану як в абсолютних значеннях, так і в питомих на 1 голову ВРХ та в еквіваленті  $\text{CO}_2$  за 1 рік.

Обсяги викидів  $\text{CH}_4$  унаслідок утилізації гною (прибирання, зберігання і використання) визначали за формулою:

$$\text{CH}_{4\text{Гнй}} = \sum_i^T \frac{(EF_{ijk} \cdot N_i)}{10^6}, \quad (1)$$

де  $\text{CH}_{4\text{Гнй}}$  — викиди  $\text{CH}_4$  унаслідок утилізації гною встановленого поголів'я, у гіограмах (Гг)  $\text{CH}_4/\text{рік}$ ;  $EF_{ijk}$  — коефіцієнт викидів встановленого поголів'я худоби  $i$ , країни  $j$ , клімату  $k$ , у кг  $\text{CH}_4/\text{голову}/\text{рік}$ ;  $N_i$  — кількість голів виду/категорії худоби  $i$  в країні  $j$ ;  $i$  — вид/категорія худоби.

Значення коефіцієнтів  $\text{CH}_4$  викидів унаслідок утилізації гною визначали за формулою:

$$EF_i = (VS_i \cdot 365) \times \left[ B_{oi} \cdot 0,67 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \sum_{s,k} \frac{MSF_{s,k}}{100} \cdot MS_{isk} \right], \quad (2)$$

де  $EF_i$  — коефіцієнт річних викидів певної категорії  $i$  худоби, у кг  $\text{CH}_4/\text{тварину}/\text{рік}$ ;  $VS_i$  — добове виділення летучої твердої речовини для певної категорії худоби  $i$ , у кг сухої речовини/тварину/рік; 365 — основа для розрахунку річного виробництва, за добу/рік;  $B_{oi}$  — максимальна метаногенуюча здатність гною худоби категорії  $i$ , у  $\text{m}^3/\text{кг}$  виділених  $VS_i$ ; 0,67 — коефіцієнт перетворення  $\text{m}^3$  у кг  $\text{CH}_4$ ;  $MSF_{s,k}$  — коефіцієнт перетворення метану для кожної системи  $s$  утилізації у певному кліматичному регіоні  $k$ , %;  $MS_{isk}$  — частка гною від категорії  $i$  худоби, що утилізується з використанням системи  $s$  у певному кліматичному регіоні  $k$ , не має розмірності.

Обсяги прямих викидів  $\text{N}_2\text{O}$  внаслідок утилізації гною визначали за формулою:

$$\text{N}_2\text{O}_{D(\min)} = \left[ \sum_s \left[ \sum_T (N_i \cdot N_{ex_i} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times MS_{i,s}) \right] \cdot EF_{3(s)} \right] \cdot \frac{44}{28}, \quad (3)$$

де  $\text{N}_2\text{O}_{D(\min)}$  — прями викиди  $\text{N}_2\text{O}$  внаслідок утилізації гною в країні, у кг  $\text{N}_2\text{O}/\text{рік}$ ;  $N_i$  — чисельність голів виду/категорії худоби  $i$  в країні;  $N_{ex_i}$  — середньорічне виділення азоту на 1 голову виду/категорії худоби  $i$  в країні, у кг  $\text{N}/\text{тварину}/\text{рік}$ ;  $MS_{i,s}$  — частка сумарного середньорічного виділення азоту для кожного виду/категорії худоби  $i$ , що обробляється за системою  $s$ ;  $EF_{3(s)}$  — коефіцієнт викидів для прямих викидів  $\text{N}_2\text{O}$  від системи утилізації  $s$  у країні, у кг  $\text{N}_2\text{O}-\text{N}/\text{кг}$ ;  $s$  — система утилізації гною;  $i$  — вид/категорії худоби;  $44/28$  — коефіцієнт перетворення викидів  $(\text{N}_2\text{O}-\text{N})_{(\min)}$ .

Обсяги непрямих викидів  $\text{N}_2\text{O}$  від випаровування азоту внаслідок утилізації гною визначали за формулою:

## Споживання енергії стадом великої рогатої худоби ДП ДГ «Гонтарівка»

Група тварин	Кількість голів ВРХ	Кількість корму, кг/голову ВРХ	Валова енергія поголів'я, мДж
Корови дійні	284	54	688472,6994
Корови сухостійні	86	26	208481,1695
Корови (відгодівля)	13	55	31514,5954
Нетелі	65	26	168990,2943
Телиці 2014 р. народження	28	40	72795,81909
Телиці 2015 р. народження	78	38	202788,3532
Телиці 2016 р. народження	96	19	249585,6655
Телята 2017 р. народження	33	4	77032,55751
Бугайці 2013–2014 рр. народження	2	42	5199,701364
Бугайці 2016 р. народження	18	9	46797,31227
Загалом	703	313	1751658,168

$$N_2O_{G(\min)} = \left( N_{\text{Випар.-ММС}} \cdot EF_4 \right) \cdot \frac{44}{28}, \quad (4)$$

де  $N_2O_{G(\min)}$  — викиди  $N_2O$  від випаровування азоту внаслідок утилізації гною в країні, у кг  $N_2O$ /рік;  $EF_4$  — коефіцієнт викидів  $N_2O$  внаслідок осадження азоту з атмосфери на ґрунт і водну поверхню, у кг  $N_2O$ -N/кг.

Визначення показників викидів парникових газів здійснювали у ДП ДГ «Гонтарівка» за прив'язного утримання корів.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Способи утримання худоби у скотарстві залежать від віку тварин, продуктивності, використання, технології виробництва та пори року. Визначальними елементами технології на кожній фермі є способи годівлі та доїння, методи організації утримання тварин, способи видалення гною [5].

У скотарстві застосовують прив'язну і безприв'язну системи утримання.

Прив'язне утримання худоби характеризується тим, що корови перебувають у стійлах, і кожна тварина має індивідуальну годівницю і напувалку. Доїння корів також відбувається у стійлах на прив'язі із використанням переносних доїльних відер.

Видалення гною із стійл здійснюють вручну у гнойові канали, потім за допомогою транспортера ТСН-3Б переміщують його з корівника назовні.

Роздавання кормів за прив'язного утримання корів здійснюють мобільним кормороздавачем КТУ-10 безпосередньо у годівниці. Таке утримання надає можливість виявити індивідуальні особливості та продуктивність тварин, здійснювати індивідуальний підхід до годівлі корів концентрованими кормами, сіном, коренеплодами, забезпечити належні умови доїння та догляду, що особливо важливо за вирощування високопродуктивних порід.

У ДП ДГ «Гонтарівка» стадо налічує 703 голови ВРХ, у т.ч. 284 дійних корів. За одну добу тварини споживають 1 170 435,38 мДж енергії, що визначено з урахуванням масових часток сирого протеїну, сирого жиру, сирі клітковини та безазотистих екстрактивних речовини (табл.). За одну добу на промисловому комплексі виділяється 12300 кг гною.

## ВИСНОВКИ

За прив'язного утримання тварин у Харківській обл. (ДП ДГ «Гонтарівка») викиди парникових газів становлять 16640,90 кг в еквіваленті  $CO_2$ /голову ВРХ; у викидах

стада за 1 рік нагромаджується: метану — 8701156,055 CO<sub>2</sub>, а прямих та побічних викидів азоту — 382,325 CO<sub>2</sub>.

Отримані результати досліджень надають можливість порівняти обсяги вики-

дів парникових газів за різних технологій утримання ВРХ з метою визначення оптимальних способів, які зможуть забезпечити мінімальні викиди парникових газів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Воздействие животноводства на атмосферу. Парниковые газы [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://studwood.ru/624610/ekologiya/vozdeystvie\\_zhivotnovodstva\\_atmosferu\\_parnikovyie\\_gazy](https://studwood.ru/624610/ekologiya/vozdeystvie_zhivotnovodstva_atmosferu_parnikovyie_gazy)
2. ЕС: выбросы [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://www.pig333.ru/latest\\_swine\\_news-парниковых\\_газов\\_в\\_животноводстве\\_в\\_2030\\_г](https://www.pig333.ru/latest_swine_news-парниковых_газов_в_животноводстве_в_2030_г)
3. FAO: Можно добиться сокращения выбросов парниковых газов в животноводстве [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://prodmagazin.ru/2013/09/27/fao-mozhno-dobitsya-sokrashheniya-vyibrosov-parnikovyyih-gazov-v-zhivotnovodstve/>
4. Сельское хозяйство, лесное хозяйство и другие виды землепользования / Х.С. Игглестов, Л. Буэндиа, К. Мива и др. // Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов / Подготовлено Программой МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. — Хаяма (Япония): МГЭИК, 2006. — Т. 4, Гл. 10. — С. 98.
5. Переваги і недоліки різних систем і способів утримання худоби [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://vuzlit.ru/387568/harakteristika\\_isnuyuchih\\_sistem\\_utrimannya\\_velikoyi\\_rogatoyi\\_hudobi\\_privyazna\\_riznovidi\\_bezprivyaznih\\_sistem](https://vuzlit.ru/387568/harakteristika_isnuyuchih_sistem_utrimannya_velikoyi_rogatoyi_hudobi_privyazna_riznovidi_bezprivyaznih_sistem)

## REFERENCES

1. *Vozdeistvie zhyvotnovodstva na atmosferu. Parnikovyie gazy* [The impact of livestock production on the atmosphere. Greenhouse gases]. (n.d.). *studwood.ru*. Retrieved from [https://studwood.ru/624610/ekologiya/vozdeystvie\\_zhivotnovodstva\\_atmosferu\\_parnikovyie\\_gazy](https://studwood.ru/624610/ekologiya/vozdeystvie_zhivotnovodstva_atmosferu_parnikovyie_gazy) [in Russian].
2. ES: *vybrosy* [ES emissions]. (n.d.). *www.pig333.ru*. Retrieved from [https://www.pig333.ru/latest\\_swine\\_news-парниковых\\_газов\\_в\\_животноводстве\\_в\\_2030\\_г](https://www.pig333.ru/latest_swine_news-парниковых_газов_в_животноводстве_в_2030_г) [in Russian].
3. FAO: *Mozhno dobitya sokrashcheniia vybrosov parnikovyykh gazov v zhyvotnovodstve* [FAO: It is possible to achieve a reduction in livestock greenhouse gas emissions] (n.d.). *prodmagazin.ru*. Retrieved from <http://prodmagazin.ru/2013/09/27/fao-mozhno-dobitsya-sokrashheniya-vyibrosov-parnikovyyih-gazov-v-zhivotnovodstve> [in Russian].
4. Iglegestov, Kh.S., Buendia, L., Miva, K. et al. (2006). *Rukovodiashchie printsypy natsionalnyrh inventarizatsii parnikovyykh gazov* [Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories]. (Vols. 1–5; Vol. 4). Hajama (Japania): MGJeIK [in Russian].
5. *Perevagy i nedoliky riznykh system i sposobiv utrymanna khudoby* [Advantages and disadvantages of different systems and methods of keeping livestock]. (n.d.). *vuzlit.ru*. Retrieved from [https://vuzlit.ru/387568/harakteristika\\_isnuyuchih\\_sistem\\_utrimannya\\_velikoyi\\_rogatoyi\\_hudobi\\_privyazna\\_riznovidi\\_bezprivyaznih\\_sistem](https://vuzlit.ru/387568/harakteristika_isnuyuchih_sistem_utrimannya_velikoyi_rogatoyi_hudobi_privyazna_riznovidi_bezprivyaznih_sistem) [in Ukrainian].

Отримано 7.05.2018

## УМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У СВИНИНІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ В РАЦІОНАХ ТРИТИКАЛЕ

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

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

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

*Проведено дослідження з накопичення Pb, Cd, Cu та Zn у продукції свинарства за використання для відгодівлі молодняку свиней зерносумішей з додаванням до їх складу різної кількості тритикале. Установлено, що концентрація Pb, Cu та Zn у найдовшому м'язі спини була значно нижчою від ГДК, тоді як рівень забруднення м'яса (I і II групи) та печінки (I і III групи) Cd перевищував нормативні вимоги у 2,0–2,4 раза та на 24,7–28,7% відповідно. Заміна у складі зерносуміші 20–40% (за масою) дерті пшениці на аналогічну кількість дерті тритикале для відгодівлі молодняку свиней у III зоні радіоактивного забруднення сприяла значно меншому переходу Pb, Cd, Cu та Zn у свинину — на 3,27 (III група), 0,55–8,96, 1,15–1,27 та 0,52–7,86% (абсолютних) відповідно.*

**Ключові слова:** свині, концентрація, Плюмбум, Кадмій, Купрум, Цинк, найдовший м'яз спини, печінка, тритикале.

Сучасні темпи розвитку сільського господарства супроводжуються негативним впливом на навколишнє природне середовище забруднювачів техногенного походження. Аварія на ЧАЕС призвела до забруднення значних територій зони Полісся продуктами радіоактивного розпаду. Внаслідок припинення вжиття відповідних заходів, через економічний спад у країні, найважливішим завданням сучасної сільськогосподарської радіоекології залишається систематичний контроль за забрудненням продукції тваринництва і рослинництва радіонуклідами, вивчення особливостей їх міграції у сільськогосподарських екосистемах [1–3].

Не менш важливою проблемою залишається забруднення вказаної території важкими металами, такими як Pb, Cd, Cu і Zn. Ці хімічні елементи та їх сполуки є найбільш токсичні, оскільки вони не розкладаються у ґрунті та воді, а мігрують трофічним ланцюгом «ґрунт → рослина (корм) → тварина → продукція → людина», і, зрештою, спричиняють приховані негативні зміни загального обміну речовин в організмі людини, тварин [4–6]. Сукупна дія радіоцезію та важких металів призво-

дить до активації патогенних механізмів, а також гострих та хронічних інтоксикацій тваринного і людського організму.

З огляду на те що Полісся характеризується неоднорідними ґрунтово-кліматичними умовами, на його території спостерігається різний ступінь забруднення ландшафтів, а отже і кормів, радіонуклідами та важкими металами. Зважаючи на це, накопичення важких металів у кормових культурах у зоні радіоактивного забруднення, їх перехід у тваринницьку продукцію значною мірою залежить від екологічних та технологічних умов виробництва.

Не менш важливим є також питання пошуку типів годівлі і раціонів, які сприятимуть зниженню накопичення важких металів у тваринницькій продукції за її виробництва у регіонах техногенного забруднення [7].

Мета роботи — дослідити вміст важких металів у кормах, продукції свинарства за раціонами молодняку свиней з різним складом зерносумішей та визначити їх вплив на екологічну якість продукції.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальні дослідження проводили в умовах фізіологічного двору Інс-

титуту сільського господарства Полісся НААН (с. Грозине Коростенського р-ну Житомирської обл.). Для проведення науково-виробничого дослідження відібрали молодняк свиней великої білої породи, сформований у три групи згідно з методичними положеннями О.І. Овсяннікова [8]. Тривалість порівняльного та дослідного періодів становила 21 та 153 доби відповідно.

Згідно зі схемою дослідження, у порівняльний період тварини усіх піддослідних груп отримували зерноsumіш № 1, до складу якої входили концентровані корми місцевого виробництва, вирощені в III зоні радіоактивного забруднення, з додаванням комбікорму-концентрату К 55-13.

Різниця в годівлі дослідних груп свиней у основний період експерименту зводилася до того, що тварини I (контрольної) групи отримували корми раціону, як і в порівняльний період дослідження. Зокрема, підсвинкам II (дослідної) групи частину (20%) дерті пшеничної в складі раціону замінювали на таку саму кількість (за масою) дерті тритикале, а аналогам III (дослідної) — на 40% відповідно (табл. 1).

Тип годівлі тварин — концентратний. У структурі кормового раціону свиней за поживністю різновиди дерті становили: пшенична — 36,2–76,4%, тритикале (дослідні групи) — 20,0–40,0 люпинова — 8,9–9,0 і комбікорм-концентрат К 55-13 — 14,7–14,8%.

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

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Токсичні хімічні елементи, що надходять до організму людини та тварин (з їжею, кормом), виводяться з нього доволі повільно. В організмі важкі метали акумулюються органами та тканинами. Тому рослинна продукція та корми, які вирощувалися навіть на відносно безпечних чи мало забруднених ґрунтах, можуть стати джерелом надходження важких металів до організму в надмірній кількості і негативно впливати на обмін речовин (табл. 2).

Таблиця 1

Склад зерноsumішей для годівлі дослідних груп тварин, % за масою

Інгредієнти	Групи		
	I (контрольна) (зерноsumіш № 1)	II (дослідна) (зерноsumіш № 2)	III (дослідна) (зерноsumіш № 3)
Пшениця	75	55	35
Тритикале	–	20	40
Люпин	10	10	10
Комбікорм	15	15	15
<b>Всього</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Таблиця 2

Концентрація важких металів у кормах, мг/кг натурального корму

Корми	Важкі метали			
	Pb	Cd	Cu	Zn
Зерноsumіш № 1	0,96	0,27	3,94	21,1
Зерноsumіш № 2	0,81	0,33	4,67	25,4
Зерноsumіш № 3	0,76	0,21	5,17	22,7
<b>ГДК</b>	<b>5,0</b>	<b>0,3</b>	<b>30,0</b>	<b>50,0</b>

Дослідженнями встановлено, що вміст важких металів у деяких зерноsumішах перевищував гранично допустиму концентрацію. Так, концентрація Cd у зерноsumіші № 2 (20% за масою дерті тритикале) перевищувала ГДК (0,3 мг/кг) на 10,0%, а вміст Zn у цьому кормі виявився найбільшим (25,4 мг/кг). Значна кількість Pb містилась у зерноsumіші № 1 (0,96 мг/кг), а Cu — у зерноsumіші № 3 (5,17), проте ці показники були нижчими за нормативні вимоги (5,0 і 30,0 мг/кг відповідно).

Додавання до основного раціону тварин зерноsumішей різного складу супроводжувалось перерозподілом рівнів важких металів у м'ясі та печінці свиней (табл. 3).

За результатами проведених досліджень встановлено, що у найдовшому м'язі спини свиней усіх дослідних груп акумуляція Pb була значно нижчою від ГДК (0,50 мг/кг) і варіювала у межах 0,062–0,154 мг/кг. Проте внаслідок заміни у складі зерноsumіші 20–40% (за масою) дерті пшениці на відповідну кількість (за масою) дерті тритикале концентрація Pb у м'ясі знизилася на 0,020–0,092 мг/кг, або на 13,0–59,8% порівняно з відповідними показниками за годівлі молодняка зерноsumішшою № 1. Це пояснюється тим, що у зерні тритикале, власне, як і решти зернових культур, міститься

найважливіша, незамінна амінокислота — лізин. Тому вміст лізину в зерні тритикале може бути одним із показників загальної якості білка. У зерні культури зафіксовано підвищений уміст лізину (1,56 г/кг), тобто майже в 1,4 раза більше, ніж у пшениці, і вдвічі, ніж у кукурудзі [11].

Протилежна закономірність спостерігалася за нагромадженням Pb у печінці тварин. Так, з підвищенням дози тритикале у складі зерноsumіші концентрація Pb у печінці тварин II та III (дослідних) груп порівняно з I (контрольною) зростала на 0,145–0,165 мг/кг, або на 31,6–35,1% ( $P < 0,95$ ). Слід наголосити, що в печінці підсвинків дослідних груп концентрація Pb виявилася вищою від ГДК на 0,7–3,3%, тоді як у контрольній була нижчою за нормативні вимоги на 23,5%.

Щодо переходу Pb із кормів раціону в найдовший м'яз спини молодняка свиней, то слід зауважити, що цей показник у тварин III (дослідної) групи виявився набагато нижчими, ніж у I (контрольній) та II (дослідній) групах. Так, коефіцієнт переходу Pb у м'ясо підсвинків III групи становив 3,36%, тоді як в інших групах був вищим на 3,27–3,47% (абсолютних). Використання у складі зерноsumішей № 2 і 3 дерті тритикале зумовило інтенсивніше

Таблиця 3

## Концентрація Pb у раціонах і продуктах забою свиней за різних варіантів досліді

Групи свиней	Концентрація Pb				Коефіцієнт переходу, %
	середньодобовий раціон, мг	продукція, мг/кг	± до контрольної групи		
			мг/кг	%	
<i>Найдовший м'яз спини</i>					
I (контрольна)	2,32	0,154±0,013	–	–	6,64
II (дослідна)	1,96	0,134±0,021	–0,020	–13,0	6,84
III (дослідна)	1,84	0,062±0,007	–0,092	–59,8	3,37
<b>ГДК</b>	–	<b>0,50</b>	–	–	–
<i>Печінка</i>					
I (контрольна)	2,32	0,459±0,117	–	–	19,78
II (дослідна)	1,96	0,604±0,325	+0,145	+31,6	30,82
III (дослідна)	1,84	0,620±0,313	+0,161	+35,1	33,70
<b>ГДК</b>	–	<b>0,60</b>	–	–	–



відкладення Плюмбуму в печінці тварин II та III груп – 30,82; 33,70% порівняно з 19,78% на контролі відповідно.

Уміст Cd, що надходив до організму молодняку свиней за відгодовлі тварин різними варіантами зерносумішей, був значно нижчим, ніж Pb, що становило 0,509–0,799 мг/добу (табл. 4).

За результатами досліджень можна констатувати, що концентрація Cd у м'язовій тканині дослідних тварин варіювала у широкому діапазоні значень – 0,033–0,119 мг/кг. Цей показник у тварин I і II груп виявився вищим за нормативні вимоги в 2,02 і 2,38 рази відповідно, тоді як у III групі був значно нижчим від ГДК – 0,033 мг/кг.

Слід наголосити, що концентрація Cd у найдовшому м'язі спини виявилася найнижчою у молодняку III групи: на 67,3% ( $P>0,99$ ) порівняно з тваринами I (контрольної) групи, і на 72,3% ( $P>0,95$ ) – з II (дослідною) групою.

Найбільше Cd накопичується в печінці тварин – 0,202–0,386 мг/кг. Установлено перевищення ГДК за вмістом Cd у печінці молодняку свиней I та III груп – на 24,7 та 28,7% відповідно. Натомість найменша кількість Cd містилася у печінці підсвинків II групи (0,202 мг/кг), яких від-

годували зерносумішшю № 2 (20% за масою дерті тритикале).

Коефіцієнти переходу Cd у свинину (найдовший м'яз) та печінку були доволі високими – 6,48–15,44 та 25,28–75,83% відповідно. Проте за введення до складу зерносуміші різних доз дерті тритикале перехід Cd у найдовший м'яз спини тварин дослідних груп знижувався на 0,55–8,96% (абсолютних) порівняно з контролем.

Концентрація Cu у найдовшому м'язі спини молодняку свиней усіх дослідних груп була низькою (0,51–0,55 мг/кг) і не перевищувала ГДК (5,0 мг/кг). Використання для відгодовлі свиней зерносумішей різного складу істотного впливу на вміст цього елемента у м'ясі не мало.

Основним накопичувачем Cu в організмі тварин є печінка, вміст елемента у якій був вищим у 10,9–13,7 рази, ніж у найдовшому м'язі спини. За використання у складі запропонованих варіантів зерносумішей максимальної частки тритикале (40% за масою) концентрація Cu у печінці знижувалася на 0,76 мг/кг, або на 11,2% за невірогідної різниці ( $P<0,95$ ) порівняно з контролем. У молодняку свиней усіх дослідних груп уміст Cu в печінці був значно нижчим за нормативні вимоги (20,0 мг/кг).

Таблиця 4

Уміст Cd у раціонах і продуктах забою свиней за різних варіантів досліду

Групи свиней	Концентрація Cd				Коефіцієнт переходу, %
	середньодобовий раціон, мг	продукція, мг/кг	± до контрольної групи		
			мг/кг	%	
<i>Найдовший м'яз спини</i>					
I (контрольна)	0,654	0,101±0,010	–	–	15,44
II (дослідна)	0,799	0,119±0,018	+0,018	+17,8	14,89
III (дослідна)	0,509	0,033±0,005	–0,068	–67,3	6,48
<b>ГДК</b>	–	<b>0,05</b>	–	–	–
<i>Печінка</i>					
I (контрольна)	0,654	0,374±0,045	–	–	57,19
II (дослідна)	0,799	0,202±0,019	–0,172	–46,0	25,28
III (дослідна)	0,509	0,386±0,089	+0,012	+3,2	75,83
<b>ГДК</b>	–	<b>0,30</b>	–	–	–

Коефіцієнти переходу Cu із раціонів кормів у печінку тварин були високими — 48,08–71,07% порівняно з 4,39–5,66% — у найдовшій м'яз спини. Відзначено позитивну тенденцію — з уведенням тритикале до складу кормової зерноsumіші накопичення Cu як у найдовшому м'язі спини, так і в печінці дослідних тварин знижувалося — на 1,15–1,27 та 9,09–22,99% (абсолютних) порівняно з контролем відповідно.

Заміна у кормових раціонах тварин 20–40% (за масою) дерті пшеничної на відповідну кількість дерті тритикале істотного впливу на концентрацію Zn у продуктах забою свиней не мало. Вміст Zn у м'ясі варіював у незначних межах (20,2–22,1 мг/кг) і виявився нижчим від ГДК (70,0 мг/кг). Щодо печінки, цей показник був дещо нижчим від контролю (на 3,1–11,6%) за невірогідної міжгрупової різниці. За використання в господарських зерноsumішах різних доз тритикале коефіцієнти переходу Zn у продукцію свинарства виявилися дещо нижчими за контрольні показники: у м'язову тканину — на 0,52–7,86% (абсолютних), у печінку — на 12,35–13,47% (абсолютних).

На основі проведених досліджень можна стверджувати, що серед металів-біотиків найвищою міграційною і депонуючою активністю стосовно найдовшого м'яза спини відзначається Zn, а стосовно печінки — Cu.

Щодо міграційної здатності досліджуваних металів-токсикантів, значними акумуляційними властивостями характеризується Cd. Його коефіцієнти переходу в продукти забою свиней були вищими в 1,3–4,6 рази порівняно з Pb.

Отже, заміна у складі зерноsumіші 20–40% (за масою) дерті пшениці на відповідну кількість дерті тритикале для відгодівлі молодняку свиней у III зоні радіоактивного забруднення мало позитивний вплив на екологічну якість свинини, знижуючи у ній концентрацію важких металів, зокрема Cd та Pb.

## ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень щодо накопичення Pb, Cd, Cu та Zn у продукції свинарства внаслідок використання зерноsumішей з різною кількістю тритикале встановлено:

1. Концентрація Pb, Cu та Zn у найдовшому м'язі спини була значно нижчою за ГДК, тоді як рівень забруднення м'яса (I і II груп) та печінки (I і III груп) Cd перевищував нормативні вимоги у 2,0–2,4 рази та на 24,7–28,7% відповідно.

2. Заміна у складі зерноsumіші 20–40% (за масою) дерті пшениці на аналогічну кількість дерті тритикале для відгодівлі молодняку свиней у III зоні радіоактивного забруднення сприяла значно меншому переходу Pb, Cd, Cu та Zn у свинину — на 3,27, 0,55–8,96, 1,15–1,27 та 0,52–7,86% (абсолютних) відповідно.

Також розроблено збалансовані раціони для відгодівлі молодняку свиней з додаванням до складу зерноsumішей замість дерті пшениці різних кількостей тритикале (у % за масою): № 1 (пшениця — 75, люпин — 10, комбікорм — 15); № 2 (пшениця — 55, тритикале — 20, люпин — 10, комбікорм — 15); № 3 (пшениця — 35, тритикале — 40, люпин — 10, комбікорм — 15).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ведення сільськогосподарського виробництва на території, забруднені внаслідок Чорнобильської катастрофи, у віддалений період: метод. рекомендації / за ред. Б.С. Прістера. — К.: Атіка-Н, 2007. — 196 с.
2. Малиновський А.С. Еколого-економічні та соціальні аспекти Чорнобильської катастрофи: на прикладі Житомирської області / А.С. Малиновський. — К.: 2001. — 292 с.
3. Романчук Л.Д. Оцінка джерел надходження радіонуклідів до організму мешканців сільських територій Полісся України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 03.00.16 — екологія / Л.Д. Романчук. — Житомир, 2011. — 40 с.
4. Буцяк В.І. Фізіолого-біохімічний статус корів при забрудненні довкілля важкими металами та способи зниження їх надлишку в організмі: дис. ... д-ра с.-г. наук: 03.00.13,

- 03.00.16 / В.І. Буцяк. — Львів, 2004. — 345 с.
5. Засекін Д.А. Моніторинг важких металів у довкіллі та способи зниження їх надлишку в організмі тварин: автореф. дис. ... д-ра вет. наук: спец. 06.00.06 «Гігієна тварин та ветеринарна санітарія» / Д.А. Засекін. — К.: Науковий світ, 2002. — 40 с.
  6. Савчук І.М. Виробництво тваринницької продукції в зоні техногенного навантаження / І.М. Савчук, Ю.І. Савченко, М.Г. Савченко. — Житомир: Рута, 2014. — 372 с.
  7. Радіоекологічна оцінка раціонів при виробництві яловичини: монографія / за ред. Ю.І. Савченка, І.М. Савчука, М.Г. Савченко, Н.А. Карпюк. — Житомир: Рута, 2017. — 160 с.
  8. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве / А.И. Овсянников. — М.: Колос, 1976. — 304 с.
  9. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов: ГОСТ 26929-94. — К.: Госстандарт Украины, 1997. — 16 с.
  10. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов: ГОСТ 30178-96. — Минск: ИПК стандартов, 1997. — 12 с.
  11. Отченашко В.В. Використання поживних речовин у молодняку перепелів за згодовування комбикормів із різними рівнями протеїну / В.В. Отченашко // Наукові доповіді НУБіП. — 2012. — № 8 (30). — С. 38–40.

## REFERENCES

1. Prister, B.S. (Ed.) (2007). *Vedemyya silskogospodarskogo virobnitstva na teritoriyah, zabrudnenih vnaslidok Chornobils'koi katastrofi, u viddalenyi period [Conducting agricultural production in the territories contaminated as a result of the Chernobyl disaster in the remote period]*. Kyiv: Atika — N [in Ukrainian].
2. Malinovskiy, A.S. (2001). *Ekologo-ekonomichni ta sotsialni aspekty Chornobyl's'koi katastrofy: na prykladi Zhytomyr's'koi oblasti [Ecological, economic and social aspects of the Chernobyl catastrophe: on the example of Zhytomyr region]*. Kyiv [in Ukrainian].
3. Romanchuk, L.D. (2011). Otsinka dzhерel nadhodzhennia radionuklidiv do organizmu meshkantsiv sil's'kykh terytoriy Polissia Ukrainy [Estimation of sources of radionuclide inflow to the inhabitants of rural areas of the Polissya of Ukraine]. *Extended abstract of Doktor's thesis*. Zhytomyr: ZhNAEU [in Ukrainian].
4. Butsyak, V.I. (2004). Fiziologo-biohimichniy status koriv pri zabrudnenni dovkillya vazhkimi metalami ta sposobi znizhennya yih nadlishku v organizmi [Physiological and biochemical status of cows in the pollution of the environment by heavy metals and ways of reducing their excess in the body]. *Doctor's thesis*. Lviv [in Ukrainian].
5. Zasekin, D.A. (2002). Monitoring vazhkih metaliv u dovkilli ta sposobi znizhennya yih nadlishku v organizmi tvarin [Monitoring of heavy metals in the environment and ways of reducing their excess in the body of animals]. *Extended abstract of Doktor's thesis*. Kyiv: Naukoviy svit [in Ukrainian].
6. Savchuk, I.M., Savchenko, Yu.I. and Savchenko, M.G. (2014). *Vyrobnitstvo tvarynnyts'koi produktsii v zoni tekhnohennoho navantazhennia [Production of livestock products in the zone of man-made load]*. Zhytomyr: Ruta [in Ukrainian].
7. Savchenko, Yu.I., Savchuk, I.N., Savchenko M.G. & Karpiuk, N.A. (2017). *Radioekologichna otsinka ratsioniv pri virobnitstvs yalovichini [Radioecological assessment of rations in the production of beef]*. Zhytomyr: Ruta [in Ukrainian].
8. Ovsyannikov, A.I. (1976). *Osnovy opyitnogo dela v zhivotnovodstve. [Fundamentals of an experienced case in livestock]*. Moskva: Kolos [in Russian].
9. Syr'e i produkty pishhevye. Podgotovka prob. Mineralizatsiya dlja opredeleniya soderzhanija toksichnyh jelementov [Raw materials and food products. Preparation of samples. Mineralization for determining the content of toxic elements]. (1997). *GOST 26929-94*. Kyiv: Gosstandart of Ukraine [in Russian].
10. Syr'e i produkty pishhevye. Atomno-absorbtsionnyy metod opredeleniya toksichnyih elementov [Raw materials and food products. Atomic absorption method for the determination of toxic elements]. (1997). *GOST 30178-96*. Minsk: IPC standards [in Russian].
11. Otchenashko, V.V. (2012). *Vykorystannya pozhyvnykh rehovyn u molodnyaku perepeliv za zhodovuvannya kombikormiv iz riznymy rivnyamy proteyinu [Use of nutrients in young quail for feeding of mixed fodders with different levels of protein]*. *Naukovi dopovidi NUBiP — Scientific reports of NUBiP, 8 (30)*, 38–40 [in Ukrainian].

Отримано 16.10.2018

## ФІТОТОКСИЧНА ДІЯ ЛУЖНОГО МИЙНО-ДЕЗИНФІКУВАЛЬНОГО ЗАСОБУ САНІМОЛ Л

О.М. Жукорський<sup>1</sup>, Є.М. Кривохижа<sup>2</sup>, В.Д. Осадчук<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Національна академія аграрних наук України

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

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

*Висвітлено результати дослідження фітотоксичності ґрунтів, забруднених мийно-дезинфікувальними засобами для доїльно-молочного обладнання. Оцінювання проведено в лабораторних умовах шляхом біотестування із використанням кукурудзи. Встановлено, що за вмісту в ґрунтах мийно-дезинфікувальних засобів СанімоЛ Л і CircoSuper AF у кількості 1000 мг/кг відбувається зменшення маси та довжини стебла і найдовшого кореня, у середньому — на 12,7 та 29,6% відповідно. За забруднення ґрунту на рівні 1000 мг/кг засобом Сульфохлорантин морфометричні показники знижуються на 62,8%, що свідчить про його фітотоксичний вплив.*

**Ключові слова:** мийно-дезинфікувальний засіб, санітарна обробка, забруднення ґрунтів, доїльно-молочне обладнання.

Для миття та дезінфекції доїльно-молочного обладнання на тваринницьких фермах використовується значна кількість засобів, що містять сполуки активного хлору (гіпохлорит натрію, похідні хлорізоціанурової кислоти, хлораміни, хлоргідантоїни) [1, 2]. Вони мають різкий, стійкий неприємний запах і подразнювальну дію, а також аніонні поверхнево активні речовини (ПАР), що можуть тривалий час зберігатися у навколишньому природному середовищі (НПС) і забруднювати води господарсько-побутового призначення, природні водойми, зрештою, поверхневі та підґрунтові води.

Після проведення санітарної обробки доїльно-молочного обладнання відпрацьовані розчини мийних, дезінфікувальних і мийно-дезинфікувальних засобів через внутрішні каналізаційні споруди тваринницьких ферм надходять у сечозбірники. Потім їх відкачують в автоцистерни та вивозять з подальшим зливанням у ґрунт. Тому важливо, щоб мийно-дезинфікувальні засоби мали низький рівень фітотоксичності.

Залишки гіпохлориту натрію на внутрішніх поверхнях доїльно-молочного обладнання, за недостатнього ополіскування

водою після проведення санітарної обробки, під час доїння змиваються молоком, що призводить до утворення у ньому трихлорметану (ТХМ). У разі контакту гіпохлориту натрію з органічним матеріалом, як-от молоко, він може утворювати загальні хлорорганічні сполуки, зокрема ТХМ [3, 4]. Молоко, що містить ТХМ, своєю чергою, буде джерелом забруднення високожирних молочних продуктів, зокрема масла, оскільки вказана сполука зв'язується з жирною фазою молока. Міжнародне агентство з досліджень захворювань на рак свідчить, що ТХМ може бути канцерогенним для організму людини, тому його внесено до переліку канцерогенів групи 2В [5]. З огляду на це, розробка мийно-дезинфікувальних засобів для доїльно-молочного обладнання на основі екобезпечних речовин є перспективним та актуальним завданням.

Метою роботи було провести в лабораторних умовах оцінювання фітотоксичної дії лужного мийно-дезинфікувального засобу СанімоЛ Л на ріст кукурудзи.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження фітотоксичної дії засобу СанімоЛ Л проводили в Інституті агро-екології і природокористування НААН на основі порівняння з наявними на ринку

**Уміст діючих речовин досліджуваних мийно-дезінфікувальних засобів для доїльно-молочного обладнання**

Назва засобу	Кількісний уміст компонентів, %							
	аніонні ПАР	катіонні ПАР	луг	гіпохлорит натрію	органічні сполуки хлору	фосфати	натрій кремнієво-кислий	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	–	–

засобами, а саме: CircoSuper AF і Сульфохлорантином. Було вивчено інструкції із застосування цих засобів, проаналізовано кількісний уміст їх діючих речовин (табл.).

Визначення фітотоксичної дії мийно-дезінфікувальних засобів для доїльно-молочного обладнання здійснювали згідно із ISO 11269-1:2012 [6]. Для вирощування кукурудзи (*Zea mays* L.) сорту Амарок використовували циліндричні горщики діаметром близько 8 см і висотою 11 см. Для вирощування використовували контрольний сірий лісовий ґрунт.

У ґрунт вносили 1; 10; 100; 1000 мг/кг розчинених у невеликій кількості води мийно-дезінфікувальних засобів та ретельно перемішували [6]. Дослідження кожного засобу проводили у 10-разовому повторенні.

Зерна кукурудзи пророщували 48 год при температурі 20°C і висаджували їх по 6 насінин у ґрунт на глибину 10 мм. Вирощували при температурі 20±2°C; освітленості – 25000 лн/м<sup>2</sup> упродовж 14 год; вологості повітря – 60±5% та вологості ґрунту – 70±5% упродовж 5 діб.

**РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

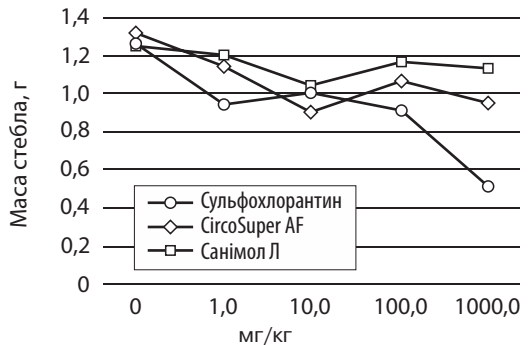
Нами розроблено безхлорний лужний мийно-дезінфікувальний засіб СанімоЛ Л для санітарної обробки доїльно-молочного обладнання. Засіб має такі характеристики: прозора з жовтим відтінком рідина, за хімічним складом – водний розчин суміші катіонних ПАР, лугу, комплексону та інгібітора корозії. Катіонні ПАР, які входять до складу вказаного засобу, більше ніж на 90%

біологічно розкладаються (метод OECD) [7, 8], що відповідає вимогам ЄС [9].

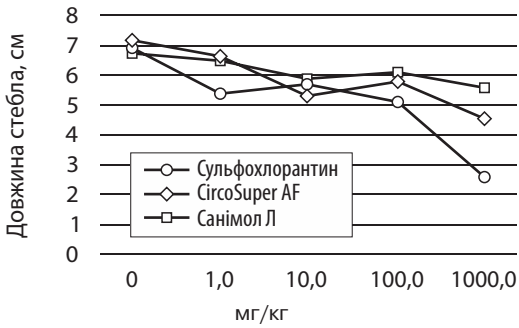
Залежність маси стебла кукурудзи від дії ґрунтів, забруднених Санімолом Л та іншими досліджуваними мийно-дезінфікувальними засобами, наведено на рис. 1.

Так, у контрольному варіанті маса стебла кукурудзи, в середньому, становила 1,28 г. За забруднення ґрунтів досліджуваними мийно-дезінфікувальними засобами у кількості 1,0, 10,0 та 100,0 мг/кг відбувалося поступове зменшення маси стебла – до 18,8%. За внесення у ґрунт засобів CircoSuper AF і Сульфохлорантин у кількості 1000,0 мг/кг спостерігалось зниження маси стебла кукурудзи на 25,0% (p≤0,001) і 59,4% (p≤0,001) відповідно. Найменше зниження маси стебла – на 12,5% (p≤0,001) було зафіксовано за внесення у ґрунт засобу СанімоЛ у кількості 1000,0 мг/кг.

Нами було визначено дію ґрунтів за вмісту в них лужних мийно-дезінфікуваль-



**Рис. 1.** Вплив лужних мийно-дезінфікувальних засобів на масу стебла кукурудзи



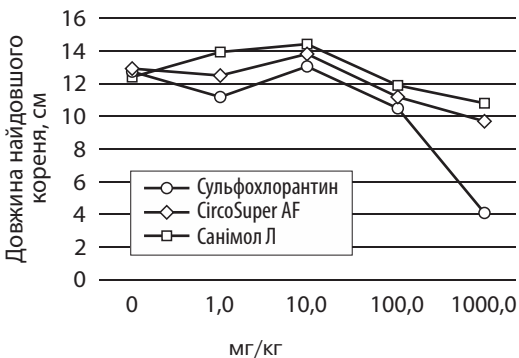
**Рис. 2.** Вплив лужних мийно-дезінфікувальних засобів на довжину стебла кукурудзи

них засобів на довжину стебла кукурудзи (рис. 2).

Так, за забруднення ґрунтів лужними засобами у кількості 1,0; 10,0 та 100,0 мг/кг відбувалося поступове зменшення довжини стебла – до 15,9% порівняно з контролем. Найбільше зниження довжини стебла – на 62,3% ( $p \leq 0,001$ ) – було зафіксовано за внесення у ґрунт засобу Сульфохлорантин у кількості 1000 мг/кг. Нижчі значення цього морфометричного показника – на 36,6% ( $p \leq 0,001$ ) і 16,4% ( $p \leq 0,001$ ) – спостерігалися за внесення у ґрунт засобів CircoSuper AF та СанімоЛ у кількості 1000 мг/кг відповідно.

Основним критерієм фітотоксичності ґрунту згідно з ISO 11269-1:2012 [6] є ефект затримки росту кореня рослин.

Довжина найдовшого кореня кукурудзи, яку вирощували у ґрунті за відсутно-



**Рис. 3.** Вплив лужних мийно-дезінфікувальних засобів на довжину кореня кукурудзи

сті хімічних діючих речовин лужних мийно-дезінфікувальних засобів становила 12,7 см (рис. 3). За забруднення ґрунту досліджуваними засобами у кількості 1,0 та 100,0 мг/кг спостерігалось незначне зниження цього морфометричного показника – на 6,3%. За надходження у ґрунт лужних засобів у кількості 10,0 мг/кг відбувалося збільшення довжини найдовшого кореня кукурудзи на 8,7%, що свідчить про стимулюючий вплив на ріст кореневої системи та відсутність фітотоксичності. Забруднення ґрунтів такими засобами, як СанімоЛ та CircoSuper AF у кількості 1000,0 мг/кг спричинило зменшення довжини найдовшого кореня на 12,9% ( $p \leq 0,001$ ) і 21,7% ( $p \leq 0,001$ ) відповідно. За надходження у ґрунт Сульфохлорантину у кількості 1000,0 мг/кг довжина найдовшого кореня знижувалася на 66,9% ( $p \leq 0,001$ ), що спричинено токсичною дією цього засобу.

## ВИСНОВКИ

Метод визначення забруднення ґрунтів за затримкою росту кореня рослин є інформативним експрес-методом для екологічного оцінювання за вмісту у них стоків мийних і дезінфікувальних засобів, які застосовують для санітарної обробки обладнання та посуду у молочному скотарстві.

За внесення в ґрунти засобу CircoSuper AF у кількості 1000 мг/кг відбувається зменшення маси та довжини стебла і найдовшого кореня – у середньому на 29,6%. За забруднення ґрунтів Сульфохлорантин у кількості 1000 мг/кг маса та довжина стебла і найдовшого кореня знижуються на 62,8%. За потрапляння відпрацьованих стоків цих засобів після санітарної обробки доільно-молочного обладнання у ґрунти в кількості  $\geq 1000$  мг/кг можна спрогнозувати негативний вплив на морфометричні показники рослини, що вірогідно спричинить погіршення їх розвитку.

За потрапляння у навколишнє природне середовище відпрацьованих стоків мийно-дезінфікувального засобу СанімоЛ у кількості 1000 мг/кг відбувається зменшення маси та довжини стебла і найдовшого кореня – у середньому на 12,7%,



що свідчить про його найнижчий рівень фітотоксичності порівняно з іншими досліджуваними засобами. А це дає підстави вважати СанімоЛ перспективним екобез-

печним засобом для використання у молочному скотарстві з метою покращення екологічної ситуації в зонах інтенсивного виробництва продукції.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Довідник лікаря ветеринарної медицини / [П.І. Вербицький, П.П. Достоевський, В.О. Бусол та ін.]; за ред. П.І. Вербицького, П.П. Достоевського. — К.: Урожай, 2004. — 1280 с.
2. *Васильев Л.Г.* Гигиеническое и противоэпидемическое обеспечение производства молока и молочных продуктов / Л.Г. Васильев, Н.И. Абрамова-Оболенская, В.А. Павлов. — М.: Агропромиздат, 1990. — 303 с.
3. *Tiefel P.* Model tests for the formation of TCM by chlorine containing cleaning and disinfection products / P. Tiefel, K. Guthy // *Milchwissenschaft*. — 1997. — Vol. 52. — P. 686–691.
4. Overview of Food Safety Hazards in the European Dairy Supply Chain / E.D. van Asselt, H.J. van der Fels-Klerx, H.J.P. Marvin [et al.] // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. — 2017. — Vol. 16, Issue 1. — P. 59–75.
5. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans [Електронний ресурс]. — Lyon: International Agency for Research on Cancer Supplement, 1999. — Режим доступу: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono73.pdf>
6. Soil quality — determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 1. Method for the measurement of inhibition of root growth: ISO 11269-1:2012. — [Publication date 2012-03]. — Geneva: International Organization for Standardization, 2012. — 16 p.
7. 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. Part A. Toxic*. — 2003. — Vol. 38, Issue 9. — P. 1825–1835.
8. Технічна інформація. Марки Лутензит TC-KLC 50. — BASF, 1992. — 19 с.
9. 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.

## REFERENCES

1. Verbyts'kyy, P.I., Dostoyevs'kyy, P.P., Busol, V.O. et al. (2004). *Dovidnyk likarya veterinarnoyi medytsyny [Directory of Veterinary Medicine Doctor]*. Kyiv: Urozhay [in Ukrainian].
2. Vasil'ev, L.G., Abramova-Obolenskaja, N.I., Pavlov, V.A. (1990). *Gigienicheskoe i protivoepidemicheskoe obespechenie proizvodstva moloka i molochnyh produktov [Hygiene and anti-epidemic providing of production of milk and dairy products]*. Moskva: Agropromizdat [in Russian].
3. Tiefel, P., Guthy, K. (1997). Model tests for the formation of TCM by chlorine containing cleaning and disinfection products. *Milchwissenschaft*, 52, 686–691 [in English].
4. Van Asselt, E.D., Van der Fels-Klerx, H.J., Marvin H.J.P. et al. (2017). Overview of Food Safety Hazards in the European Dairy Supply Chain. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16, 1, 59–75 [in English].
5. IARC (1999). Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. *monographs.iarc.fr*. Lyon: International Agency for Research on Cancer Supplement. Retrieved from <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono73.pdf> [in English].
6. Soil quality — determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 1. Method for the measurement of inhibition of root growth. (2012). *ISO 11269-1:2012*. Geneva: International Organization for Standardization [in English].
7. 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)*, 38, 9, 1825–1835 [in English].
8. *Tekhnichna informatsiya. Marky Lutensit TC-KLC 50 [Technical information. Mark Lutensit TC-KLC 50]*. (1992). BASF [in English].
9. 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].

Отримано 13.11.2018

---

# БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

---

УДК 574.34:632:635.21

## ПОШИРЕНІСТЬ ТА РОЗВИТОК ОСНОВНИХ ХВОРОБ КАРТОПЛІ (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) В УКРАЇНІ

В.В. Бородай<sup>1</sup>, А.І. Парфенюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

Проаналізовано дані Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів (Держпродспоживслужби) за 2014–2017 рр. щодо основних хвороб картоплі бактеріальної, вірусної та мікозної етіології. Встановлено значне зростання ураженості бульб картоплі останніми роками. Серед основних збудників хвороб картоплі домінували фітофтороз, альтернаріоз та фузаріоз. Закладання на зберігання бульб, уражених хворобами понад нормативні рівні, спричиняє втрати 25,4% картоплі навесні. Зростання шкочодочинності хвороб картоплі під час зберігання, посилення агресивності збудників, значна кількість латентної інфекції як у бульбах, так і в ґрунті, особливості змін клімату в Україні значно погіршують якість посадкового матеріалу, істотно посилюють біологічне забруднення агроєкоосистем та впливають на безпеку продукції.

**Ключові слова:** фітопатогенні мікроорганізми, біологічне забруднення агроєкоосистем, поширення, агроценоз, *Solanum tuberosum* L.

---

Останніми роками провідні дослідники відзначають значні зміни видового складу, посилення агресивності і вірулентності, адаптивності і екологічної пластичності збудників хвороб картоплі (*Solanum tuberosum* L.) [1–4]. Ці процеси зумовлено зростанням обсягів імпорту неякісного садивного матеріалу картоплі, глобальними та регіональними змінами параметрів кліматичної системи, значною кількістю латентної інфекції [5–7]. Зміни агрокліматичних чинників унаслідок дедалі більшого антропогенного навантаження впливають на біорізноманіття агроєкоосистем, фізіологічні особливості росту й розвитку культурних рослин, резистентність збудників хвороб [8–10]. Глобальні кліматичні зміни (особливо підвищення температури навесні і восени) посилюють проблему щодо розповсюдження нових видів бактерій роду *Dickeya* (збудники чорної ніжки картоплі, викликані представниками роду *Pectobacterium*, *D. dianthicola* і *D. solani*).

Так, бактерії *D. solani* впродовж останніх 5–6 років спричиняють найбільші втрати врожаю картоплі в Європі [1, 9].

Мета роботи — виявлення поширеності та розвитку основних хвороб картоплі в Україні.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Поширення хвороб та ураженість ними рослин і бульб картоплі досліджували аналітичним методом на основі аналізу усереднених даних Департаменту фітосанітарної безпеки, контролю у сфері насінництва та розсадництва Держпродспоживслужби за 2014–2017 рр.

Ураженість та поширення хвороб картоплі під час зберігання, структурний склад партій, що закладались на зберігання, вивчали згідно із ГОСТ 1776-85 та ДСТУ 4014-2001. Визначення та ідентифікацію збудників хвороб здійснювали згідно із загальновідомими у фітопатології методиками [1–3]. Картоплю, вирощену у Житомирській (ТОВ «Брусилів», ТОВ «Старт») та

Черкаській областях (ТОВ «Перспектива») закладали на зберігання в середині жовтня 2007–2009 рр. і зберігали в холодильних камерах ВАТ «Плодоовоч» м. Києва (Оболонського р-ну) при температурі 2°C та відносній вологості повітря 90–92% до березня – квітня наступного року.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз даних Держпродспоживслужби за 2014–2017 рр. щодо основних хвороб картоплі бактеріальної, вірусної та мікозної етіології засвідчив їх значне поширення та розвиток в усіх агроценозах України. Встановлено, що впродовж вегетаційного періоду на рослинах картоплі домінують фітофтороз, альтернаріоз, ризоктоніоз, бактеріози та вірусні хвороби (табл. 1). Частка уражених ними площ варіювала у межах 6,1–91,5%, а у деяких регіонах сягала 100%. Частка уражених фітофторозом, альтернаріозом та фомозом рослин становила 30,0–67,8%, а розвиток хвороб – 2,1–42,3%. Поширеність та розвиток інших хвороб варіювали у межах 0,2–5,2 та 0,1–2,1% відповідно. Як свідчать результати досліджень, найпоширенішою хворобою картоплі є фітофтороз, що зафіксовано в

усіх регіонах України, переважно у другій половині вегетації.

Останніми роками стеблова форма фітофторозу, що розвивається набагато раніше, ніж листовая, набула значного поширення і шкодочинності. Також змістилися календарні терміни появи хвороби [4]. Рівні поширеності та розвитку збудників фузаріозного в'янення у вказаний період варіювали у межах 3,0–35,7 та 1,0–8,9% відповідно. Шкодочинність перелічених хвороб спричиняла зниження врожайності – у середньому до 40%. За наявності латентної інфекції у посадковому матеріалі в сприятливих агрокліматичних умовах (вологість повітря – понад 80%, температура – 8–14°C) істотно зростала шкодочинність фомозу, що проявлялось посиленням процесу розвитку змішаних гнилей бульб картоплі під час зберігання. Спостерігається також посилення шкодочинності вірусних хвороб в агроценозі картоплі, які завдають значного економічного збитку – їх частка становить 31,0% (рис. 1).

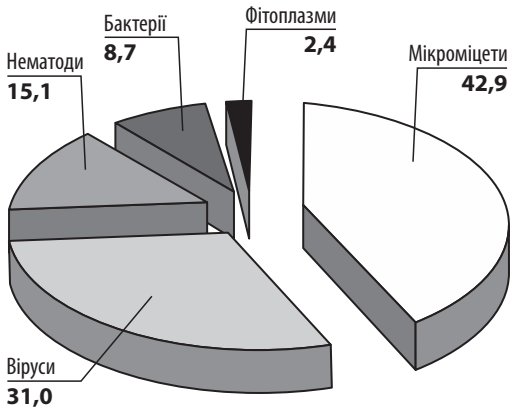
Встановлено, що у роки з несприятливими агрокліматичними умовами ураження рослин вірусними хворобами може зрости в 5,3 раза.

Таблиця 1

### Поширеність та розвиток основних хвороб картоплі у період вегетації культури (2014–2017 рр.), %

Хвороби (збудник хвороби)	Поширеність та розвиток		
	Площі	Ураженість	Розвиток
Фітофтороз ( <i>Phytophthora infestans</i> Mont.)	6,1–91,3 (100,0)*	0,4–67,8 (85,0)	1,7–42,3 (50,0)
Альтернаріоз (макроспоріоз) ( <i>Alternaria</i> spp., <i>Macrosporium solani</i> Ell. et Mart.)	16,1–91,5 (100,0)	1,0–38,5 (80,0)	1,3–14,8(25,0)
Фомоз ( <i>Phoma exigua</i> Desm. v. <i>exigua</i> )	1,0–10,0 (100,0)	9,3–30,0	0,5–2,1
Ризоктоніоз ( <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn.)	15,0–43,5 (83,0)	0,2–1,0	0,1–1,0
Фузаріозне в'янення ** ( <i>Fusarium</i> spp., <i>Verticilium</i> spp.)	1,0–3,0	3,0–35,7	1,0–8,9
Кільцева гниль ( <i>Clavibacter sepedonicum</i> Spieck. et Kotth.)	23,7–94,8	0,4–5,2	0,1–0,5
Чорна ніжка ( <i>Pectobacterium</i> spp., <i>Dickeya</i> spp.)	2,0–88,3	0,2–2,3	0,1–1,0
Вірусні хвороби	0,7–37,2 (98)	0,4–5,0	1,1–2,0

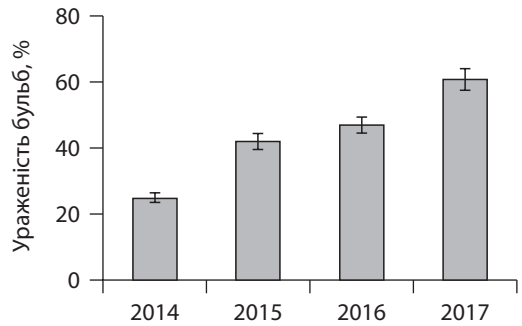
Примітка: \* максимальне значення показника; \*\* хворобу виявлено у 2017 р.



**Рис. 1.** Співвідношення основних шкочочинних фітопатогенів у агроценозі картоплі, % [11]

Збудники хвороб картоплі внаслідок вегетативного розмноження рослини можуть зберігатися у наступних репродукціях, призводити до збільшення втрат і зниження якості продукції. За результатами фітопатологічного аналізу бульб, проведеного після лікувального періоду, їх ураженість істотно зростала за роками (рис. 2).

Це може бути зумовлено втратою стійкості рослин унаслідок істотного потеплінням клімату, чергування дощових та спе-



**Рис. 2.** Ураженість бульб картоплі хворобами наприкінці лікувального періоду (2014–2017 рр.)

котних періодів у другій половині вегетації культури. Слід зауважити, що у разі збереження тенденції до потепління клімату є підстави очікувати значного посилення шкідливості альтернаріозу картоплі [12].

Найпоширенішими хворобами бульб наприкінці лікувального періоду виявились фітофтороз, фузаріоз, парша звичайна, кільцева гниль (68,8–80,7%) (табл. 2).

Також спостерігається значне накопичення інфекції, особливо сухої фузаріозної гнилі, парші звичайної та кільцевої гнилі, та наростання шкочочинності хвороб під час зберігання картоплі – ураженість бульб

Таблиця 2

**Поширеність та розвиток основних хвороб бульб картоплі (після лікувального періоду у 2014–2017 рр.)**

Хвороби (збудник хвороби)	Ураженість бульб, %
Фітофтороз ( <i>Phytophthora infestans</i> Mont.)	0,4–80,5 (100,0) *
Рання суха плямистість (альтернаріоз, макроспоріоз ( <i>Alternaria</i> spp., <i>Macrosporium solani</i> Ell. et Mart.))	1,0–4,0
Фомоз ( <i>Phoma exigua</i> Desm. v. <i>exigua</i> )	0,3–33,4
Ризоктоніоз ( <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn.)	0,2–35,3 (64,3)
Суха гниль ( <i>Fusarium</i> spp., <i>Verticilium</i> spp.)	0,1– 68,8 (100,0)
Парша звичайна ( <i>Streptomyces scabies</i> (Thaxt.))	0,2–77,5 (100,0)
Кільцева гниль ( <i>Clavibacter sepedonicum</i> Spieck. et Kotth.)	0,2–80,7 (100,0)
Чорна ніжка ( <i>Pectobacterium</i> spp., <i>Dickeya</i> spp.)	0,4–15,9 (25,0)
Мокра бактеріальна гниль <i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i> (Jones 1901) Hauben et al. 1999 emend. Gardan et al. 2003	0,5–29,6 (43,0)

Примітка: \* максимальне значення показника.

сягає 100% (рис. 3). Розвиток ризоктоніозу на посадках картоплі може спричинити загинь до 20% сходів [13].

Циркуляція збудників хвороб картоплі з року в рік за схемою «бульби – рослини – бульби» спричиняє накопичення фітопатогенних мікроорганізмів у бульбах у латентній формі, що своєю чергою призводить до спалахів епіфітотій у період вегетації культури.

Останнім часом спостерігається посилення агресивності рас бактерій роду *Clavibacter* у період вегетації рослин та у латентній фазі під час зберігання врожаю [2, 3]. Кільцева гниль бульб картоплі в сприятливих роки може уражувати до 45% посадок культури. Відомо, що ураження бактеріозами на рівні 11–60% спричиняє зниження врожайності картоплі, здебільшого до 11–50%. Це зумовлено не лише пластичністю збудників до відносно стійких сортів, але й синергетичними взаємозв'язками, в які вступає збудник кільцевої гнилі із збудниками різної етіології, а саме фузаріозом та паршею звичайною. Такі взаємозв'язки посилюють патогенність збудників. У 2007 р. насінництво Нідерландів втратило 25 млн євро внаслідок зниження якості насінневої картоплі, зараженої фітопатогенними бактеріями [9].

Згідно з міждержавними та національними стандартами України, на зберігання не дозволяється закладати бульби картоплі, уражені збудниками фітофторозу, кільцевої, гудзикової, мокрої та сухої гнилі, а частка бульб, уражених паршею або ооспорозом, не повинна перевищувати 2%. Загальний уміст допусків, або нестандартної частини (дрібні, з наростами та позелененням, механічно пошкоджені, уражені хворобами та пошкоджені шкідниками) не має перевищувати 19% обсягу бульб. Однак на практиці цих нормативів не дотримуються, і на зберігання закладається значна кількість бульб, уражених хворобами. Згідно із нашими дослідженнями, частка у партіях картоплі з Житомирської обл. (ТОВ «Брусилів» та ТОВ «Старт») становила 94–98% стандартних бульб, з Черкаської обл. – 89%. У нестандартній

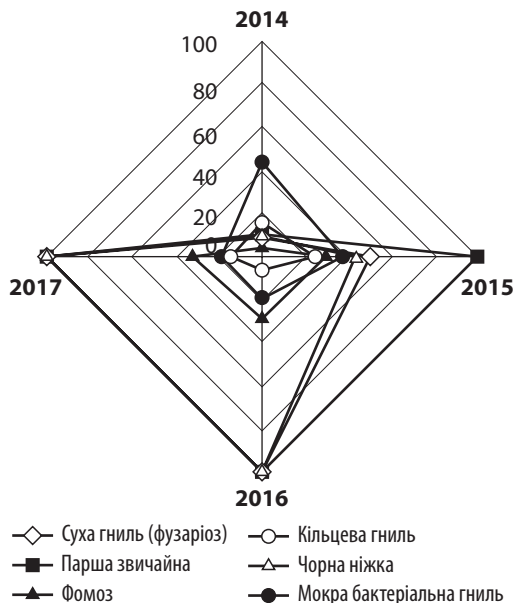
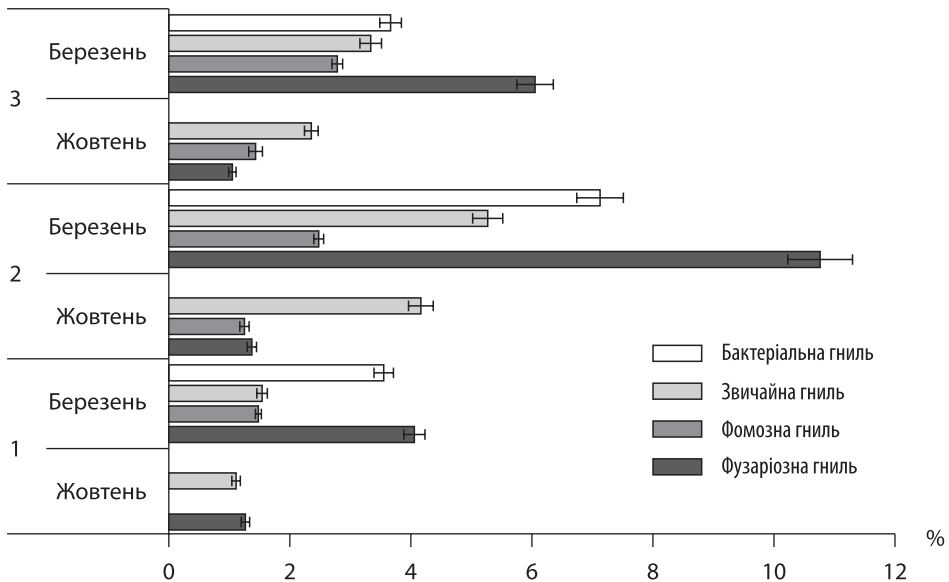


Рис. 3. Динаміка поширеності хвороб (%) бульб картоплі в агроценозах України (2014–2017 рр.)

частині домінували бульби, уражені збудниками хвороб. Частка хворих бульб партії картоплі з Житомирської обл. на початку зберігання становила 3,2–4,7%, з Черкаської обл. – 6,6%. Серед уражених зафіксовано бульби з ознаками фомозу (близько 1,4%) та сухої фузаріозної гнилі (близько 1,3%), тобто тих хвороб, які не допускаються згідно із стандартом у закладених на зберігання партіях. Партії бульб з різними допусками збудників хвороб щодо зберігання у стандартній частині та неоднорідною структурою нестандартної частини мали і різну лежкість. Ці відмінності якості бульб, що закладалися на зберігання, призвели до значної різниці у поширенні та розвитку хвороб наприкінці зберігання (рис. 4).

Так, загальна поширеність хвороб на бульбах картоплі з Житомирської обл. становила 10,4–15,6%, тоді як з Черкаської обл. – 25,4%. Поширеність мокрої бактеріальної гнилі наприкінці зберігання зафіксовано на рівні 3,5–7,1%, фузаріозної гнилі – 4,0–10,7, фомозної гнилі – 1,4–2,7, звичайної парші – 1,5–5,2%.



**Рис. 4.** Частка уражених бульб на початку та наприкінці періоду зберігання: 1, 3 — картопля, вирощена у Житомирській, 2 — у Черкаській областях, 2007–2009 рр.

Отже, одним із основних чинників біологічного забруднення агроценозів фітопатогенами у різних агрокліматичних зонах України є недостатня кількість високопродуктивного насіннєвого матеріалу, що зумовлено, насамперед, зменшенням обсягів виробництва насіннєвого матеріалу, вирощеного в сприятливих умовах з низьким інфекційним навантаженням, відсутністю технологічного регламенту виробництва оригінального елітного насіння.

## ВИСНОВКИ

Зростання шкодочинності хвороб картоплі під час її зберігання, агресивність збудників, значна кількість латентної інфекції як у бульбах, так і в ґрунті значно погіршують якість посадкового матеріалу, що може спричинити виникнення епіфітотій, які істотно посилюють біологічне забруднення агроєкосистем та впливають на безпеку продукції.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Болезни и вредители овощных культур и картофеля / А.К. Ахатов, Ф.Б. Ганнибал, Ю.И. Мешков и др. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. — 463 с.
2. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин / Р.І. Гвоздяк та ін.; за ред. В.П. Патики. — К.: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2011. — Т. 1. — 444 с.
3. Кирик Н.Н. Болезни овощных культур и картофеля / Н.Н. Кирик, М.И. Пиковский, С. Азаики. — К.: ЦП КОМПРИНТ, 2016. — 434 с.
4. Белов Д.А. Фитофтороз картофеля и программа его контроля / Д.А. Белов, А.В. Хютти // Картофель и овощи. — 2018. — № 2. — С. 15–22.
5. Патики М.В. Сучасні проблеми біорізноманітності і зміни клімату / М.В. Патики, В.П. Патики // Вісник аграрної науки. — 2014. — № 6. — С. 5–10.
6. Дем'янюк О.С. Зміни клімату — глобальна екологічна та продовольча проблема людства / О.С. Дем'янюк // Збалансоване природокористування. — 2016. — № 4. — С. 6–13.
7. Фурдичко О.І. Агроєкологія — фундаментальна основа формування збалансованої агросфери / О.І. Фурдичко, О.С. Дем'янюк // Агроєкологічний журнал. — 2014. — № 3. — С. 7–13.
8. Оцінка конкурентоспроможності та ресурсного потенціалу сортименту картоплі в Україні / В.А. Колтунов, Т.Д. Сонєць, В.В. Бородай, Н.І. Войцешина // Овочівництво і батанництво. — 2016. — Вип. 62. — С. 123–136.
9. Arora R. Pre- and Postharvest diseases of potato and their management: in «Future challenges in crop



- protection against fungal pathogens» / R. Arora, S. Sanjeev. — New York; London: Springer, 2014. — 368 p.
10. Ocamb C.M. Benzimidazole resistance of *Fusarium* species recovered from potatoes with dry rot from storages located in the Columbia basin of Oregon and Washington / C.M. Ocamb, P.B. Hamm, D.A. Johnson // *American Journal of Potato Researches*. — 2007. — Vol. 84. — P. 169–77.
  11. Моніторингові дослідження вірусних хвороб на посадках картоплі Полісся України / О.О. Дмитрук, Ю.О. Дмитрук, Т.О. Бова та ін. // *Сільськогосподарська мікробіологія*. — 2012. — Вип. 15–16. — С. 140–149.
  12. Мельникова Е.С. Анализ прогноза развития альтернариоза картофеля для планирования защитных мероприятий / Е.С. Мельникова, Е.А. Мелькумова // *Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем*. — 2013. — Т. 1. — С. 255–257.
  13. Положенець В.М. Поширення порошистої та сріблястої парші бульб картоплі в зоні Правобережного Полісся України / В.М. Положенець, С.Л. Гуторчук, О.М. Фещук // *Вісник Сумського національного аграрного університету*. — 2015. — Вип. 3. — С. 75–79. — (Серія: Агронія і біологія).

## REFERENCES

1. Ahatov, A.K. Gannibal, F.B., Meshkov Ju.I., Dzhaliolov F.S., Chizhov N.V. et al. (2013). *Bolezni i vrediteli ovoshnykh kul'tur i kartofelja* [Diseases and pests of vegetables and potatoes]. Moskva: Tovarišhestvo nauchnykh izdanij KMK [in Russian].
2. Hvozdiak, R.I., Pasichnyk, L.A. et al. (2011). *Fitopatohenni bakterii. Bakterialni khvoroby roslyn* [Phytopathogenic bacteria. Bacterial diseases of plants]. Kyiv: TOV NVP «Interservis» [in Ukrainian].
3. Kirik, N. N., Pikovskij, M. I., Azaiki, S. (2016). *Bolezni ovoshnykh kul'tur i kartofelja* [Diseases of vegetables and potatoes]. Kiev: CP KOMPRINT [in Russian].
4. Belov, D.A., Hjutti, A.V. (2018). Fitoforoz kartofelja i programma ego kontrolja [Phytophthalosis of potatoes and its control program]. *Kartofel' i ovoshhi — Potatoes and vegetables*, 2, 15–22 [in Russian].
5. Patyka, M.V., Patyka, V. P. (2014). Suchasni problemy bioriznomanitnosti i zminy klimatu [Modern issues of biodiversity and climate change]. *Visnyk ahrarnoi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 6, 5–10 [in Ukrainian].
6. Demyanyuk, O.S. (2016). Zminy klimatu — global'na ekologichna ta prodovol'cha problema ljudstva [Climate change — the global ecological and food problem of humanity]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja — Balanced nature using*, 4, 6–13 [in Ukrainian].
7. Furdychko, O. I., Demyanyuk, O. S. (2014). Agroekologija — fundamental'na osnova formuvannja zbalansovanoi' agrosferi [Agroecology is the fundamental basis for the formation of a balanced agrosphere]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 3, 7–13 [in Ukrainian].
8. Koltunov, V.A., Sonets, T.D., Borodaj, V.V., Vojceshy-na, N.I. (2016). Ocinka konkurentnoprmozhnosti ta resursnogo potencialu sortymentu kartoplji v Ukraini [Assessment of competitiveness and resource potential of potato varieties in Ukraine]. *Ovochivnyctvo i bashtanynctvo — Vegetable and Melons Growing*, 62, 123–136 [in Ukrainian].
9. Arora, R., Sanjeev, S. (2014). *Pre- and Postharvest diseases of potato and their management* [in «Future challenges in crop protection against fungal pathogens»]. New York; London: Springer [in English].
10. Ocamb, C.M., Hamm, P.B., Johnson, D.A. (2007). Benzimidazole resistance of *Fusarium* species recovered from potatoes with dry rot from storages located in the Columbia basin of Oregon and Washington. *American Journal of Potato Researches*, 84, 169–77 [in English].
11. Dmytruk, O.O. (2012). Monitoringovi doslidzhen-nja virusnih hvorob na posadkah kartoplji Polissja Ukrainy [Monitoring studies of virus diseases on potato plantings of the Polissya of Ukraine]. *Sil's'kogospodars'ka mikrobiologija — Agricultural Microbiology*, 15–16, 140–149 [in Ukrainian].
12. Mel'nikova, E.S., Mel'kumova, E.A. (2013). Analiz prognoza rozvittija al'ternarioza kartofelja dlja planirovanija zashhitnyh meroprijatij [Analysis of the prognosis of the development of potato alternarioz for planning protective measures]. *Fitosanitar'naja optimizacija agrojekosistem — Phytosanitary optimization of agroecosystems*, 1, 255–257 [in Russian].
13. Polozhenec', V. M., Gutorchuk, S. L., Feshhuk, O. M. (2015). Poshyrennja poroshystoi' ta sribljastoi' parshi bul'b kartoplji v zoni Pravoberezhnogo Polissja Ukrainy [Distribution of powdery and silver scab of potato tubers in the zone of the Right-bank Polissya of Ukraine]. *Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo univertsytetu — Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Serija: Agronija y biologija — Ser.: Agronomy and Biology*, 3, 75–79 [in Ukrainian].

Отримано 13.11.2018

## МОНИТОРИНГ И ВЫДЕЛЕНИЕ ДИАЗОТРОФОВ ИЗ БИОЦЕНОЗОВ РАЗНЫХ ПОЧВЕННО- КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН УКРАИНЫ

А.А. Бунас

*Институт агроэкології і природокористування НААН*

*Наведено результати моніторингу і виділення діазотрофів з ґрунтів різних природно-кліматичних зон України. Найбільша чисельність азотфіксувальних бактерій з високою нітрогеназною активністю (0,67–0,94 нмоль  $C_2H_4$ /мл/год) була виділена з кореневої зони дикорослих злакових рослин, що ростуть на сірих лісових ґрунтах південної частини Полісся. Два штами діазотрофів з найвищою нітрогеназною активністю (1,26 нмоль  $C_2H_4$ /мл/год) було виявлено в кореневій зоні рослин, що ростуть на чорноземах Лісостепу та південної частини Степу. Однак серед асоціантів пшениці озимої перспективними для біотехнологічних розробок препаратів для сільського господарства виявилися тільки штами 083 і 472. Вони стріяють накопиченню азоту у фітомасі і активізації розвитку рослин.*

**Ключові слова:** діазотрофи, ґрунт, природно-кліматичні зони України, азотфіксація, коренева зона рослин, пшениця озима.

Современная хозяйственная деятельность человека приводит к загрязнению атмосферы, почвы и водоемов, истощению природных ресурсов, что в свою очередь обуславливает разрушение сложившихся биоценозов. Вот почему общество изменило отношение к экологии и выдвинуло на первый план биологические науки, направленные на рациональное использование природных ресурсов и биобезопасность, в частности сельскохозяйственного производства [1]. Также и сбалансированность развития стран мира определяется уровнем их перехода от традиционной модели экономического роста к «зеленой экономике» — общемировому тренду, поскольку прогресс по его внедрению является основным и единственно верным путем развития в настоящее время [2].

Цикл азота и его этапы (азотфиксация, аммонификация, нитрификация, денитрификация) полностью зависят от деятельности бактерий. Их продукция определяется наличием резервуара доступного азота, который пополняется только в процессе азотфиксации, а уменьшается за счет денитрификации и экспорта продукции, которая выводится из цикла [3].

С другой стороны, многообразие почвенных микроорганизмов позволяет отобрать из высокопроизводительных природных экосистем и агрофитоценозов штаммы диазотрофов с несколькими агрономически ценными признаками, которые не требовательны к условиям существования, имеют высокую скорость роста, за счет чего являются конкурентоспособными при взаимодействии с другими представителями почвенного микробного сообщества [4].

Цель работы — мониторинг диазотрофов в различных почвенно-климатических зонах Украины и скрининг высокоактивных штаммов диазотрофов как потенциальных биоагентов препаратов для применения в экологически безопасных агротехнологиях, что является одним из приоритетных задач современной сельскохозяйственной микробиологии и агроэкологии.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Образцы ризосферы растений для выделения диазотрофов отбирали из природных целинных фитоценозов различных почвенно-климатических зон, руководствуясь рекомендациями, приведенными

в посевы [5]. Высокоактивные по фиксации молекулярного азота штаммы выделяли в чистую культуру из изолированных с корневой зоны растений консорциумов микроорганизмов, отличающихся высоким уровнем нитрогеназной активности, которую определяли методом ацетиленредукции [6].

Способность новых штаммов ассимилировать молекулярный азот в ассоциации с пшеницей озимой определяли в пробирной культуре. Выращивали инокулированные и не инокулированные (контрольные) растения в 50 мл минеральной среды Виноградского без азота и углеводов. Повторность опыта — 10-кратная. Время инкубации — 20 дней. Анализ суммарного накопления общего азота в среде и фитомассе проводили методом Кьельдаля с помощью прибора Кьельтек по разнице накопления азота микробно-растительными ассоциациями в опытных и контрольных вариантах [7].

Модельные опыты проводили соответственно на нейтральном безазотном субстрате, применяя гидрофильный вспученный вермикулит (фракции 2 мм), питательный безазотный минеральной средой. Выращивали по 2 растения пшеницы озимой в сосуде емкостью 200 мл. Инокуляционная нагрузка —  $10^4$  бактериальных клеток на одно семя. Повторность — 8-кратная. Суммарное накопление общего азота в субстрате и фитомассе определяли через 30 суток выращивания растений. Эталонном служил препарат ассоциативных diazотрофов Диазофит, применяемый в практике сельского хозяйства для предпосевной обработки семян пшеницы озимой.

Математический анализ полученных результатов проводили с помощью стандартных компьютерных программ «Статистика».

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Дiazотрофы проявляют четко выраженный ризосферный эффект, образуют тесные взаимосвязи с растением и в значительно большем количестве находятся в корневой зоне растений, чем в почве

без растений [8]. Поэтому консорциумы микроорганизмов, способные к активной ассимиляции молекулярного азота атмосферы в ассоциации с растениями, выделяли из ризопланы и ризосферы растений.

В результате экспедиционных выездов нами было отобрано 140 образцов корней с ризосферной почвой дикорастущих злаковых растений из высокопроизводительных природных экосистем различных почвенно-климатических зон Украины. Корни отбирали из растений с лучшими фенотипическими показателями.

Методом скрининга было получено более 500 консорциумов, которым была присуща способность к накоплению микробной массы на безазотной среде Виноградского. Большинство изолятов оказались олигонитрофилами, то есть К-стратегиями по экологической классификации и, соответственно, отличались медленным накоплением слизистой биомассы с высоким содержанием углерода и низким — азота, что является характерным для этой функциональной группы микроорганизмов [1]. Лишь у 39 изолятов методом ацетиленредукции установили наличие нитрогеназного комплекса с разным уровнем активности ассимиляции молекулярного азота. Из них выделены в чистую культуру 16 штаммов с высокой азотфиксирующей активностью, которая в безазотной питательной среде варьировала в пределах 0,52–1,26 нмоль этилена/мл/час (табл. 1).

Наибольшее количество высокоактивных diazотрофов было обнаружено в корневой зоне дикорастущих не бобовых растений, произрастающих на серой лесной почве в южной части зоны Полесья. Данная ситуация объясняется тем, что азотфиксирующие бактерии не являются конкурентоспособными в среде с достаточным количеством доступного азота. В результате растения на малоплодородных почвах формируют соответствующий микробиоценоз, в котором азотфиксирующие виды бактерий получают приоритетное развитие [9]. Но самые активные diazотрофы — штаммы 005 и 083 с нитрогеназной активностью 1,26 нмоль этилена/мл/час — были вы-

Таблица 1

**Диазотрофы с высокой нитрогеназной активностью из разных почвенно-климатических зон Украины**

№ штамма	Нитрогеназная активность, нмоль этилена/мл/час
<i>Чернозем обыкновенный (Северная часть зоны Степи)</i>	
5	1,26±0,07
13	0,52±0,07
19	0,61±0,03
40	0,71±0,09
<i>Чернозем типичный (Лесостепь)</i>	
83	1,26±0,00
<i>Дерново-подзолистые почвы (Полесье)</i>	
93	0,71±0,09
102	0,78±0,00
<i>Серая лесная почва (Южная часть зоны Полесья)</i>	
111	0,82±0,07
120	0,74±0,08
180	0,89±0,00
198	0,94±0,09
201	0,71±0,09
307	0,71±0,04
426	0,67±0,01
<i>Чернозем оподзоленный (Лесостепь)</i>	
472	0,82±0,07
484	0,74±0,04

делены из корневой зоны злаковых растений, произрастающих на черноземных почвах зоны Лесостепи и южной части зоны Степи.

Известно, что способность к ассимиляции молекулярного азота еще не свидетельствует о возможности активного функционирования бактерий в корневой зоне растений. Критерием ассоциативности служит суммарный прирост общего азота в фитомассе инокулированных проростков и субстрате [10]. Поэтому свойство выделенных штаммов диазотрофов усваивать молекулярный азот в ассоциации с растениями пшеницы озимой устанавливали в условиях лабораторного стерильного опыта с выращиванием пробирных инокулированных и не инокулированных диазотрофами растений на безазотном субстрате.

В результате только штаммы 083 и 472, используя корневые экссудаты в качестве источника углерода и энергии, проявили способность к ассоциативному взаимодействию с растениями пшеницы озимой. Они за 20 суток роста инокулированных проростков в пробирной культуре на безазотном субстрате способствовали накоплению общего азота больше на 0,23 и 0,11 мг соответственно, по сравнению с контролем без инокуляции (табл. 2).

Диазотрофы — штаммы 005 и 198, которые в чистой культуре на питательной безазотистой среде активно фиксировали молекулярный азот (табл. 1), не выявили данной способности во взаимодействии с растением, и прибавка азота в пробе была незначительной. Также инокуляция растений пшеницы озимой остальными изолятами азотфиксирующих штаммов бактерий не способствовала существенному накоплению азота в биомассе растений по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 2

**Влияние инокуляции семян штаммами диазотрофов на содержание общего азота в биомассе растений пшеницы озимой**

Обработка семян	Содержание азота в фитомассе, мг	Прибавка азота в фитомассе, мг
Контроль (обработка водой)	0,24±0,002	0
Инокуляция культурой штамма 083	0,47±0,004	0,23
Инокуляция культурой штамма 472	0,35±0,003	0,11
Инокуляция культурой штамма 005	0,29±0,005	0,04
Инокуляция культурой штамма 198	0,28±0,003	0,03

Таблица 3

**Накопление азота в фитомассе штаммами diaзотрофов в ассоциации с растениями пшеницы озимой, мг/г**

Варианты опыта	Содержание азота в зеленой массе растений, мг/г	Прибавка к контролю, мг/г	Содержание азота в корнях, мг/г	Прибавка к контролю, мг/г	Суммарная прибавка азота в фитомассе, мг/г
Контроль	13,2±0,1	0	5,2±0,1	0	0
Диазофит	15,5±0,5	2,3	5,9±0,2	0,7	3,0
Штамм 083	16,7±0,4	3,5	5,8±0,4	0,6	4,1
Штамм 472	16,3±0,7	3,1	5,5±0,2	0,3	3,4

Это объясняется тем, что на селективных безазотистых средах растут азотфиксирующие микроорганизмы, которые усваивают азот атмосферы, получая углерод и энергию из почвенных ресурсов, но не способны устанавливать тесные ассоциативные связи с растениями. Вторая причина заключается в том, что обогащенная корневыми экссудатами почва ризосферы, благодаря наличию небольшого количества азотных соединений, не всегда является элективной средой для азотфиксаторов. Третья причина состоит в том, что энергетические вещества почвенного происхождения также содержат в своем составе азотные соединения, что способствуют развитию микроорганизмов-олигонитрофилов. Следовательно, далеко не все высокоактивные по нитрогеназе diaзотрофы способны к ассоциативному взаимодействию с растениями [11].

В модельном опыте проверили способность новых штаммов к фиксации азота в ассоциации с растениями пшеницы озимой.

Результаты проведенных исследований показали, что два штамма выделенных diaзотрофов колонизировали корневую систему пшеницы озимой, активно усваивали молекулярный азот и, трансформируя его в доступную форму, передавали растениям, получая от них взамен продукты фотосинтеза в виде корневых выделений.

Доказательством является то, что в биомассе инокулированных растений содержание азота было выше такового в растениях эталонного и контрольного варианта (табл. 3).

**ВЫВОДЫ**

Diazотрофы не являются конкурентоспособными в среде с достаточным количеством доступного азота, вследствие чего растения формируют соответствующий ризосферный микробиоценоз на малоплодородных почвах, в котором активно функционируют азотфиксаторы. Именно поэтому наибольшее количество штаммов активных diaзотрофов было обнаружено в корневой зоне дикорастущих злаковых растений, произрастающих на серой лесной почве.

Однако два наиболее активных diaзотрофа — штаммы 005 и 083 с нитрогеназной активностью 1,26 нмоля этилена/мл/час — были выделены из корневой зоны злаковых растений на черноземных почвах Лесостепи и южной части Степи.

Штаммы diaзотрофов 083 и 472 являются перспективными в практическом плане, т.к. способны к образованию ассоциативной азотфиксирующей системы с растениями пшеницы озимой, которая способствует активизации развития растений и накоплению азота в фитомассе.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Фурдичко О.І. Екологічна безпека агропромислового виробництва: монографія / за науковою

редакцією акад. О.І. Фурдичка, А.Л. Бойка. — К.: ДІА, 2013. — 416 с.

2. Яцук І.П. Екологічні індикатори зеленого зростання сільського господарства: монографія / І.П. Яцук, Л.І. Моклячук. — К.: ДІА, 2018. — 384 с.
3. Tolker-Nielsen T. Spatial organization of microbial biofilm communities / T. Tolker-Nielsen, S. Molin // *Microbiol. Ecol.* — 2000. — Vol. 40. — P. 75–84.
4. Биологическая фиксация азота. — в 4 т. — Т. 4: Ассоциативная азотфиксация / С.Я. Коць, В.В. Моргун, В.Ф. Патика [и др.] — К.: Логос, 2014. — 412 с.
5. Волкогон В.В. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / В.В. Волкогон, О.В. Надкєрнична, Л.М. Токмакова; за наук. ред. д-ра с.-г. наук, проф. В.В. Волкогона. — К.: Аграрна наука, 2010. — 463 с.
6. Hardy R.W.F. Application of the acetylene-ethylene assay for measurement of nitrogen fixation / R.W.F. Hardy, R.C. Burns, R.D. Holsten // *Soil. Biol. Biochem.* — 1973. — Vol. 5, Issue. 1. — P. 41–83.
7. Практикум з мікробіології / С.П. Гудзь, С.О. Гнатуш, Г.В. Яворська та ін. — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2014. — 436 с.
8. Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии / Г.А. Заварзин; отв. ред. Н.Н. Колодилова. — М.: Наука, 2004. — 348 с.
9. Шерстобоева О.В. Функціональна та таксономічна структура мікробного угруповання темно-сірого ґрунту / О.В. Шерстобоева, О.С. Дем'янюк // *С.-г. мікробіологія.* — 2016. — Вип. 24. — С. 43–51.
10. Шерстобоева О.В. Вплив аеробних і анаеробних діазотрофів на вміст азоту в фітомасі та ґрунті кореневої зони рису / О.В. Шерстобоева, М.К. Шерстобоев // *Агроекологічний журнал.* — 2006. — № 3. — С. 28–32.
11. Dart P.J. Non-symbiotic nitrogen fixation and soil fertility / P.J. Dart S.P. Wani // *Simp. Pap.* — 1999. — Vol. 12. — P. 3–17.

## REFERENCES

1. Furdychko, O.I., Boiko, A.L. (2013). *Ekologichna bezpeka agropromysloвого vyrobnytstva: monografiia* [Ecological safety of agro-industrial production: monograph]. Kyiv: DIA [in Ukrainian].
2. Yatsuk, I.P., Mokliachuk, L.I. (2018). *Ekologichni indykatory zelenogo zrostannia silskoho hospodarstva: monografiia* [Environmental indicators of green growth of agriculture: monograph]. Kyiv: DIA [in Ukrainian].
3. Tolker-Nielsen, T., Molin, S. (2000). Spatial organization of microbial biofilm communities. *Microbiol. Ecol.* 40, 75–84 [in English].
4. Kots, S.Ya., Morhun, V.V., Patyka, V.F., Petrychenko, V.F., Nadkernichnaia, E.V., Kyrychenko, E.V. (2011). *Biologicheskaiia fiksatsiia azota: asotsiativnaia azotfiksatsiia* [Biological nitrogen fixation]. Kiev: Logos [in Russian].
5. Volkohon, V.V., Nadkernychna, O.V., Tokmakova, L.M., Melnychuk, T.M. (2010). *Eksperymentalna ґрунтова мікробіологія* [Experimental soil microbiology]. Kyiv: Аhrарна наука [in Ukrainian].
6. Hardy, R.W.F., Burns, R.C., Holsten, R.D. (1973). Application of the acetylene-ethylene assay for measurement of nitrogen fixation. *Soil. Biol. Biochem.* 5 (1), 41–83 [in English].
7. Gudzy, S.P., Hnatush, S.O., Yavorska, G.V., Bilinska, I.S. (2014). *Praktykum z mikrobiologii*. [Workshop on microbiology: a textbook]. Lviv: LNU im. Ivana Franka [in Ukrainian].
8. Zavarzin, G. A. *Lekcii po prirodovedcheskoj mikrobiologii* [Lectures on natural microbiology]. Moskva: Nauka [in Russian].
9. Sherstoboeva, O.V., Demianiuk, O.S. (2016). Funkcionalna ta taksonomichna struktura mikrobnogo uhrupovannia temno-siroho hruntu [Functional and taxonomic structure of microbial group of dark gray soil]. *Silskohospodarska mikrobiologiia — Agricultural Microbiology.* 24, 43–51 [in Ukrainian].
10. Sherstoboeva, O.V., Sherstoboev, M.K. (2006). Vplyv aerobnykh i anaerobnykh diazotrofov na vmist azotu v fitomasi ta hrunti korenevoi zony rysu [Influence of aerobic and anaerobic diazotrophs on nitrogen content in phytomass and soil of rice zone]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 3, 28–32 [in Ukrainian].
11. Dart, P.J., Wani, S.P. (1999). Non-symbiotic nitrogen fixation and soil fertility. *Simp. Pap.* 12, 3–17 [in English].

Отримано 13.11.2018



## RHEOLOGICAL FEATURES OF ISOLATES OF *BRADYRHIZOBIUM* NODULE BACTERIA

I. Gumeniuk

*Висвітлено, що властивості бактеріальних екзополісахаридів (ЕПС) дають змогу застосовувати їх у промисловості для іммобілізації мікроорганізмів у гельних препаратах. У промисловості вони можуть слугувати згущувачами, желеутворювачами та стабілізаторами, оскільки мають здатність посилювати в'язкість розчинів. Встановлено, що вони також сприяють зберіганню бактеріальних клітин у природному середовищі та субстраті біопрепаратів для удобрення сільськогосподарських культур упродовж тривалого періоду. Ізолят LG 2 може утворювати 3,2 г/л ЕПС, що переважає контрольний штам інокулянту Ризоактив Р на 13,4%, а ізолят LG 5 мав здатність синтезувати ЕПС у кількості 2,8 г/л. Кількісний уміст (у %) моносахаридів, їх реологічні властивості оцінювали за площами піків на хроматографах. Визначено реологічні властивості культуральних розчинів отриманих ізолятів бульбочкових бактерій сої LG 2 та LG 5. Отримані ізоляти бульбочкових бактерій LG 2 та LG 5 завдяки інтенсивному синтезу ЕПС та значним реологічним властивостям можуть бути застосовані для створення сучасних препаратів на їх основі.*

**Ключові слова:** екзополісахариди, *Bradyrhizobium japonicum*, бобово-ризобіальний симбіоз, соя.

---

EPS of nitrogen-fixing rhizobial bacteria are also potential biopolymers for industry, but they are still not widely used. One of the most important issues is the possibility of storage of microbial preparations for a long period. This is possible thanks to the isolation and efficient use of EPS of nodule bacteria. In the process of interaction and during the transmission of signals in legume-rhizobial symbiosis, polysaccharides play a significant role, which effectively interact with leguminous plants and enhance their adaptive mechanisms. They are excreted by many types of soil microorganisms. Bacterial exopolysaccharides (EPS) are widely used in different industries, they can also be used to immobilize microorganisms in gel preparations. In industry, they can serve as thickeners, gelling agents, stabilizers, for their ability to increase the viscosity of solutions [1].

It is known that rhizobia have the ability to form several types of surface polysaccha-

rides, among which there are exopolysaccharides (EPS), lipopolysaccharide (LPS), capsular polysaccharides (CPS), neutral polysaccharides (NPS), gel-forming polysaccharides (GPS) and cellulose fibrils (CF). EPS has a nourishing, protective and reserve function, and also plays an important role in adhesion and recognition [2]. Microbial polysaccharides contain the necessary information about the symbiotic potential of bacteria: specificity, virulence, nitrogen-fixing activity, competitiveness, which is ensured by the carbohydrate-protein correspondence of the microsymbiont and macrosymbiont, and the formation of legume-rhizobial symbiosis most of all depends on the level of lectin-polysaccharide interaction [3]. Bacterial polysaccharides and plant lectins are responsible not only for the formation of symbiosis, but also for its functioning [4, 5].

Exopolysaccharides have a large suppressor effect, which is activated when plants are affected by nodule bacteria [6]. They also pro-

tect the enzyme nitrogenase of the symbiotic apparatus of leguminous plants [7]. In recent years, microbial exopolysaccharides become one of the main object of research not only because of their importance in the metabolism of microorganisms, but also due to the diversity of the physicochemical structure that determines the properties of these polymers [8]. Microbial EPS can be used as suspending, gelling and emulsifying agents, due to their rheological properties [9, 10].

Exopolysaccharides of nitrogen-fixing rhizobial bacteria are also potential biopolymers for the production of drugs, because in the culture broth it increases its viscosity and provides for their adaptation to environmental conditions both in symbiosis with legumes and in a saprophytic status. The microbial exopolysaccharide can be used as an alternative to peat carrier for preparations. There are biopolymers of bacterial cells, they are synthesized and released into the extracellular environment, this allows us not to use minerals as a vector in the future to produce bacterial preparations [11–14].

The aim of the study was to test rheological abilities of *Bradyrhizobium* isolates, which are active producers of EPS.

## MATERIALS AND METHODS

The object of the study was isolates of the nodule bacteria *Bradyrhizobium* sp., which are forming symbiosis with soybean *Glycine max* (L) Merril. Deep cultivation was carried out in 250 ml bottles, under conditions of constant mixing 180 rpm, and the temperature of  $28 \pm 1^\circ\text{C}$ . Bacteria were grown in a liquid mineral nutrient medium yeast mannitol agar (YMA) of the next composition (g/l): mannitol – 8.0; yeast extract – 2.0; glucose – 2.0;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  – 0.5;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  – 0.35;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 0.35;  $\text{MgSO}_4$  – 0.2; agar-agar – 20.0; pH 7.2 [15].

The isolation of the exopolysaccharides began with the separation of the culture fluid from the biomass, through centrifugation at 8.000 rpm for 10 minutes. The isolated culture broth was then added to isopropyl in a proportion of 5:1. The isolated precipitate was collected and dried in a vacuum drying

cabinet until complete evaporation of isopropyl [16]

The dynamic viscosity of the cultures was determined using a capillary viscometer VPZh-2 [17].

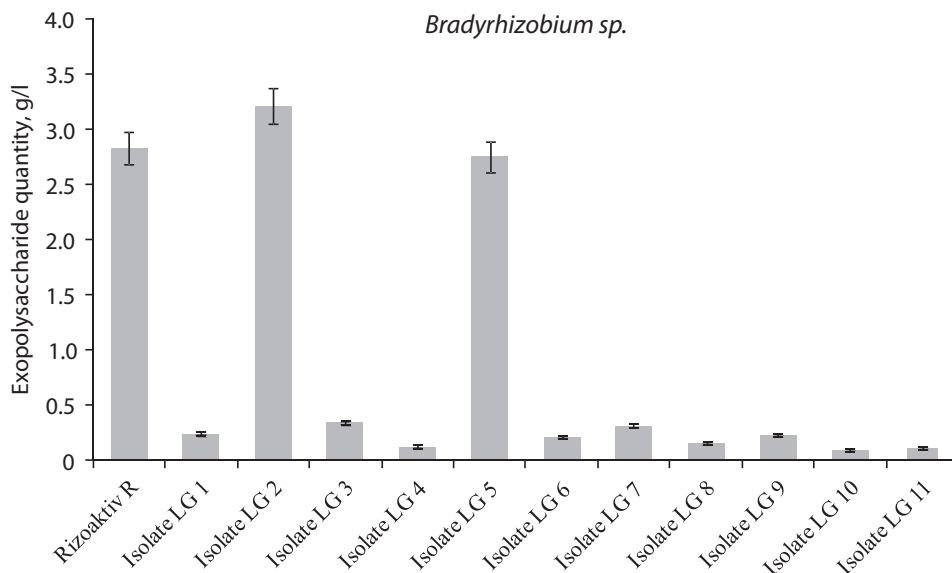
To measure the optical density, every 8 hours a sample of 1 ml was taken at the same time with the biomass estimate. The resulting liquid culture was centrifuged at 12.000 rpm for 2 minutes until precipitate, washed with water and again centrifuged, repeating this procedure three times. Then, 1 ml of distilled water was added to the resulting precipitate and the optical density was measured on PG INSTRUMENTS T60 UV-Visible spectrophotometer.

The monosaccharide composition of exopolysaccharides was determined in the late logarithmic phase. For this, the bacterial mass was washed with a physiological solution, precipitated by centrifugation at 10.000 rpm for 20 minutes and washed twice. Bacterial cells were dried with acetone and diethyl ether. The supernatant was diluted with saline in the ratio of 1:1 and re-centrifuged at 10.000 rpm for 20 minutes. Exopolysaccharides were isolated from the supernatant by single precipitation with ammonium sulphate. The resulting preparation was dialyzed against a distilled carrier to a full type of  $\text{SO}_4$  ions and lyophilized [18].

## RESULTS OF THE RESEARCH AND DISCUSSION

From natural ecological niches, we isolated several highly active and competitive isolates of nodule bacteria of soybean. The range of synthesis of EPS by bacteria was in the range of 0.09–3.21 g/l. However, two isolates LG 2 and LG 5 were the most active and the number of synthesized EPS was at the level of the reference strain of Rizoaktiv R and also higher (fig. 1).

Among all eleven isolates of soybean nodule bacteria, two were characterized by a high content of EPS. The LG 2 isolate could synthesize 3.2 g/l exopolysaccharides, which is dominated by the reference strain of Rizoaktiv R by 13.4%. Also, LG 5 isolate was able to synthesize exopolysaccharides in the amount



**Fig. 1.** The synthesis of exopolysaccharides by soybean nodule bacteria *Bradyrhizobium*

of 2.8 g/l. Actually the fact that this number of exopolysaccharides was known at the level of the control variant, these two isolates were chosen for further studies. Well-known fact that nodule bacteria synthesize exopolysaccharides in the amount of 0.5–1.5 g/l [2].

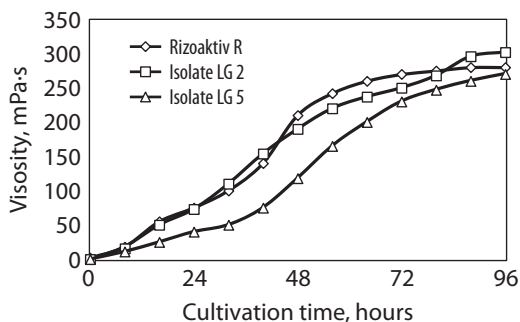
The presence of EPS in modern microbial preparations is important for the storage of high titer and high physiological activity of bacterial cells for a long period. So, based on these data, we can conclude about the effectiveness of the isolates given in our studies. The synthesis of exopolysaccharides by bacterial strains significantly contributes to the improvement of soil fertility, plant growth and development, as well as the formation of an effective symbiosis between the plant and the bacterium.

The practical value of EPS is determined by their rheological properties, the ability to increase the viscosity and plasticity of solutions. Therefore, we checked the rheological properties of two isolates that produced the greatest number of exopolysaccharides [19].

During the cultivation of EPS producers (isolates of soybean nodule bacteria), on the YMA medium showed an intensive growth of biomass in the variant represented by LG 2

isolate. It is known that under certain cultivation conditions the chemical composition of EPS, the balance of monosaccharides can change the practical value of these polymers.

The viscosity of the culture broth of the control variant – strain from Rizoaktiv R inoculant, reached 280 mPa·s. Meanwhile, from the soybean nodule bacteria presented in our studies, LG 2 isolate had the ability to form exopolysaccharides in an amount that exceeded the reference strain by 7.8% (fig. 2). The number of synthesized EPS of LG 5 isolate was within the range of chosen model



**Fig. 2.** Viscosity of the bacterial culture broth

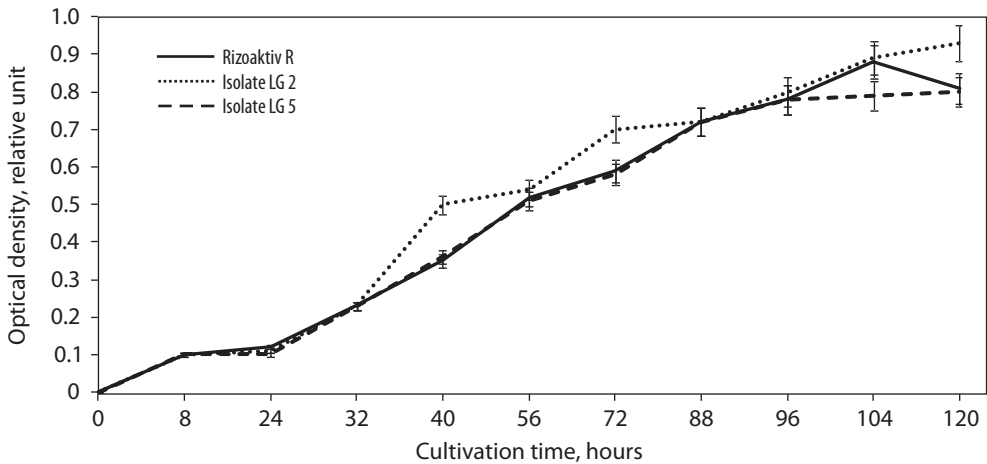


Fig. 3. Optical density of culture broth of *Bradyrhizobium* isolates

#### The monosaccharide composition of exopolysaccharides synthesized by *Bradyrhizobium japonicum* isolates

Variants of experiment	Monosaccharides, %			
	Glucose	Mannose	Galactose	Rhamnose
Rizoaktiv R (Control)	51,2	38,2	14,3	0,9
Isolate LG 2	47,5	34,5	17,6	0,4
Isolate LG 5	51,4	32,6	15,4	0,6

Note: the amount of monosaccharides is given as a percentage of the total area of the peaks.

strain of Rizoaktiv R. It is important how the rheological property of EPS as the optical density of the culture broth of isolates of nodule bacteria changes, depending on the cultivation time (fig. 3).

The analysis of the research results shows that the optical density increases according to the biomass of the presented experimental variants. Thus, the largest optical density was characterized by LG 2 isolate, it was  $0.93 \pm 0.06$  relative unit.

Consequently, EPS with pronounced rheological features are an effective stabilizing component when creating a gel medium for the cultivation of bacteria *Bradyrhizobium*. An important technological characteristic of microbial preparations is the duration of their storage.

The monosaccharide composition of exopolysaccharides synthesized by isolates was

nearly the same. The dominant monosaccharides of our studied isolates are glucose, mannose, and galactose (tabl.).

The number of rhamnose in the EPS of all bacteria represented in this study was in a minor amount, that is, less than 1%. A similar composition of EPS was in *Rhizobium* strains, which were in the studies of Algerian and French scientists [20].

We consider, that it will be interesting to use these isolates of slow-growing *B. japonicum* bacteria in the future as the basis for liquid or gel biologics due to the fact that the qualitative composition of monosaccharides defined in the studies was at the level of the production inoculant Rizoaktiv R.

#### CONCLUSIONS

Isolates of soybean nodule bacteria *Bradyrhizobium* sp. are characterized by intensive

synthesis of EPS and significant rheological properties. The further testing of the effect of these isolates on soybean yield and on plant biometrics will be important. It is necessary not to forget that these bacteria are isolated

from the soil-climatic zone of Ukraine, so they will be effective in our country, they can quickly adapt to environment and increase the soil fertility.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Microbial exopolysaccharides: main examples of synthesis, excretion, genetics and extraction / F. Donot, A. Fontana, J.C. Baccou, S. Schorr-Galindo // *Carbohydrate Polymers*. — 2012. — Vol. 87, Issue 2. — P. 951–962.
2. Exopolysaccharides produced by the symbiotic nitrogen-fixing bacteria of leguminosae / C.A. Bomfeti, L.A. Florentino, A.P. Guimarães et al. // *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. — 2011. — Vol. 35, Issue 3. — P. 657–671.
3. Корекція ризобіальних угруповань ґрунту за інтродукції *Bradyrhizobium japonicum* різних генетичних груп / Д.В. Крутило, О.В. Надкєрнична, О.В. Шєрстєбєєва, М.А. Ушакєва // *Агроєкологічний журнал*. — 2018. — № 2. — С. 73–81.
4. *Захарєва И.Я.* Метєды изучєния микробных полисахаридов / И.Я. Захарєва, Л.В. Косєнко. — К.: Наук. думка, 1982. — 192 с.
5. *Kammenberg E.L.* Lipid A and O-chain modifications cause *Rhizobium* lipopolysaccharides to become hydrophobic during bacteroid development / E.L. Kammenberg, R.W. Carlson // *Molecular Microbiology*. — 2001. — Vol. 39, Issue 2. — P. 379–391.
6. *Mithofer A.* Suppression of plant defence in rhizobia-legume symbiosis. *Trends Plant Science* / A. Mithofer. — 2002. — Vol. 7. — P. 440–444.
7. Role of the cAMP-dependent carbon catabolite repression in capsula polysaccharide biosynthesis in *Klebsiella pneumoniae* / C.T. Lin, Y.C. Chen, T.R. Jinn et al. // *PLOS ONE*. — 2013. — Vol. 8, Issue 2. — P. e54430–e54430.
8. *Staudt A.K.* Variations in exopolysaccharide production by *Rhizobium tropici* / A.K. Staudt, L.G. Wolfe, J.D. Shrout // *Archives of Microbiology* — 2012. — Vol. 194, Issue 3. — P. 197–206.
9. *Тихонович И.А.* *Rhizobiaceae*: молекулярная биология бактерий, взаимодействующих с растениями / И.А. Тихонович, Н.А. Прохорова. — СПб., 2002. — 567 с.
10. *Abd-Alla M.H.* Regulation of nodule formation in soybean — *Bradyrhizobium* symbiosis is controlled by shoot or/and root signals / M.H. Abd-Alla // *Plant Growth Regulation*. — 2001. — Vol. 34, Issue 2. — P. 241–250.
11. The ExpR/Sin quorum-sensing system controls succinoglycan production in *Sinorhizobium meliloti* / A.S. Glenn, N. Gurich, A.M. Feeney, E.J. González // *Journal of bacteriology*. — 2007. — Vol. 189. — P. 7077–7088.
12. Lipopolysaccharides as a communication signal for progression of legume endosymbiosis / R. Mathis, F. Van Gijsegem, R. De Rycke, W. D’Haeze // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. — 2005. — Vol. 102, Issue 7. — P. 2655–2660.
13. *Nwodo U.U.* Bacterial exopolysaccharides: functionality and prospects / U.U. Nwodo, E. Green, A.I. Okoh // *International Journal of Molecular Sciences*. — 2012. — Vol. 1, Issue 11. — 14002–14015.
14. *Albareda M.* Alternatives to peat as a carrier for rhizobia inoculants: solid and liquid formulations / M. Albareda, D.N. Rodríguez-Navarro, M. Camacho // *Soil Biology and Biochemistry*. — 2008. — Vol. 40. — P. 2771–2779.
15. *Антунчук А.Ф.* Практикум з мікробіології: Навч. посіб. / А.Ф. Антунчук, А.І. Піляшенко-Новохатний, Т.М. Євдокимєнко. — К.: Університет «Україна», 2011. — 156 с.
16. *Sutherland I.W.* Polysaccharides from microorganisms, plants and animals / I.W. Sutherland // *Biopolymers Online*. — 2005. — Vol. 5. — P. 1–19.
17. Method for determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity of transparent and opaque liquids: ISO 33768-2015 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://pentaflora.com/wp-content/uploads/2014/02/D445-viscosity>
18. *Miller G.L.* Use of dinitrosalicylic acid for determination of reducing sugars / G. L. Miller // *Analytical Chemistry*. — 1972. — Vol. 31. — P. 426–428.
19. *Ribeiro V.A.* Exopolysaccharides produced by rhizobium: production, composition and rheological properties / V.A. Ribeiro, C.A.V. Burkert // *Journal of Polymer and Biopolymer Physics Chemistry*. — 2016. — Vol. 4, Issue 1. — P. 1–6.
20. Isolation and identification of an EPS producing *Rhizobium* strain from and soil (Algeria): Characterization of its EPS and the effect of inoculation on wheat rhizosphere soil structure / Y. Kaci, A. Heyraud, M. Barakat, T. Heulin // *Research in Microbiology*. — 2005. — Vol. 156. — P. 522–531.

## REFERENCES

1. Donot, F., Fontana, A., Baccou, J.C., Schorr-Galindo, S. (2012). Microbial exopolysaccharides: main examples of synthesis, excretion, genetics and extraction. *Carbohydrate Polymers*, 87(2), 951–962 [in English].
2. Bomfeti, C.A., Florentino, L.A., Guimarães, A.P., Cardoso, P.G., Guerreiro, M.C., Moreira, F.M. (2011). Exopolysaccharides produced by the symbiotic nitrogen-fixing bacteria of leguminosae. *Re-*

- vista Brasileira de Ciência do Solo*, 35(3), 657–671 [in English].
3. Krutylo, D.V., Nadkernychna, O.V., Sherstoboeva, O.V., Ushakova, M.A. (2018). Korekciya ryzobialnyh ugrupovan gruntu za introdukciyu *Bradyrhizobium japonicum* riznyh genetychnykh grup [Correction of rhizobial groups of soil for introduction of *Bradyrhizobium japonicum* of different genetic groups]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 2, 73–81 [in Ukrainian].
  4. Zaharova, I.L., Kosenko, L.V. (1982). *Metody izucheniia mikrobynykh polisacharidov [Methods for studying microbial polysaccharides]*. Kiev: Naukova dumka [in Russian].
  5. Kannenberg, E.L., Carlson, R.W. (2001). Lipid A and O-chain modifications cause *Rhizobium* lipopolysaccharides to become hydrophobic during bacteroid development. *Molecular Microbiology*, 39 (2), 379–391 [in English].
  6. Mithofer, A. (2002). Suppression of plant defence in rhizobia-legume symbiosis. *Trends Plant Science*, 7, 440–444 [in English].
  7. Lin, C.T., Chen, Y.C., Jinn, T.R., Wu, C.C., Hong, Y.M., Wu, W.H. (2013). Role of the cAMP-dependent carbon catabolite repression in capsula polysaccharide biosynthesis in *Klebsiella pneumoniae*. *PLOS ONE*, 8 (2), e54430–e54430 [in English].
  8. Staudt, A.K., Wolfe, L.G., Shrout, J.D. (2012). Variations in exopolysaccharide production by *Rhizobium tropici*. *Archives of Microbiology*, 194(3), 197–206 [in English].
  9. Tikhonovich I.A., Provorov N.A. (2002). *Rhizobiaceae: molekularnaja biologija bakterij, vzaimodejstvujushhij s rastenijami [The Rhizobiaceae: molecular biology of model plant-associated bacteria]*. Sankt-Peterburg [in Russian].
  10. Abd-Alla, M.H. (2001). Regulation of nodule formation in soybean – *Bradyrhizobium* symbiosis is controlled by shoot or/and root signals. *Plant Growth Regulation*, 34 (2), 241–250 [in English].
  11. Glenn, A.S., Gurich, N. Feeney, A.M., González, E.J. (2007). The ExpR/Sin quorum-sensing system controls succinoglycan production in *Sinorhizobium meliloti*. *Journal of bacteriology*, 189, 7077–7088 [in English].
  12. Mathis, R., Van Gijsegem, F., De Rycke, R., D’Haese, W. (2005). Lipopolysaccharides as a communication signal for progression of legume endosymbiosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102 (7), 2655–2660 [in English].
  13. Nwodo, U.U., Green, E., Okoh, A.I. (2012). Bacterial exopolysaccharides: functionality and prospects. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(11), 14002–14015 [in English].
  14. Albareda, M., Rodríguez-Navarro, D.N., Camacho, M. (2008). Alternatives to peat as a carrier for rhizobia inoculants: solid and liquid formulations. *Soil Biology and Biochemistry*, 40, 2771–2779 [in English].
  15. Antypchuk, A.F., Piliashenko-Novohatnyi, A.I., Ievdokymenko, T.M. (2011). *Praktykum z mikrobiologii [Microbiology practicum]*. Kyiv: Universytet Ukrainai [in Ukrainian].
  16. Sutherland, I.W. (2005). Polysaccharides from microorganisms, plants and animals. *Biopolymers Online*, 5, 1–19 [in English].
  17. Method for determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity of transparent and opaque liquids. (n.d.). *ISO 33768-2015*. Retrieved from <https://pentasflora.com/wp-content/uploads/2014/02/D445-viscosity> [in English].
  18. Miller, G.L. (1972). Use of dinitrosalicylic acid for determination of reducing sugars. *Analytical Chemistry*, 31, 426–428 [in English].
  19. Ribeiro, V.A., Burkert, C.A.V. (2016). Exopolysaccharides produced by rhizobium: production, composition and rheological properties. *Journal of Polymer and Biopolymer Physics Chemistry*, 4 (1), 1–6 [in English].
  20. Kaci, Y., Heyraud, A., Barakat, M., Heulin, T. (2005). Isolation and identification of an EPS producing *Rhizobium* strain from and soil (Algeria): Characterization of its EPS and the effect of inoculation on wheat rhizosphere soil structure. *Research in Microbiology*, 156, 522–531 [in English].

Отримано 6.11.2018



## ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПОТОКІВ АЗОТУ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

М.М. Марткоплішвілі

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Визначено потоки реакційно здатних сполук азоту, що утворюються в процесі виробництва сільськогосподарської продукції. Розглянуто потоки азоту між пулом «сільське господарство» та іншими джерелами викидів (басейнами). Проаналізовано викиди азоту з таких басейнів: сільське господарство; енергетика і паливо; матеріали і продукти промисловості; люди і населені пункти; відходи; атмосфера і гідросфера. Встановлено основні джерела викидів хімічно активного азоту з басейну «сільське господарство». Встановлено вплив азоту на навколишнє природне середовище та здоров'я людини. Розроблено алгоритм визначення балансів азоту для сільського господарства. Алгоритм враховує як реакційно здатний азот, що утворився в басейні, так і отриманий унаслідок обміну з іншими басейнами. Проаналізовано застосування показника ефективності використання поживних речовин, що є узагальненням під час порівняльної оцінки басейнів азоту і потоків азоту. Встановлено доцільність використання показника ефективності використання азоту (EVA). Визначено, що рівень EVA в тваринництві залежить від комплексу показників: спеціалізації сільськогосподарського підприємства, видів сільськогосподарських культур і категорій тварин. Баланс азоту для певного господарства і EVA є показниками для розрахунку навантаження азоту на навколишнє природне середовище і ефективності використання азотних ресурсів відповідно. Динаміка зміни EVA в комплексі з іншими агроекологічними показниками може використовуватися для оцінки результативності впровадження на підприємстві заходів із вдосконалення технології для зниження екологічного навантаження.*

**Ключові слова:** баланс азоту, ефективність використання азоту (EVA), потоки азоту.

Азот утворює хімічні сполуки майже з усіма елементами періодичної системи. У довікллі він існує у великій кількості форм. Азот є важливим компонентом білків, нуклеїнових кислот, вітамінів та гормонів, без яких неможливе існування живих організмів. Хімічно активний азот постійно формується під час функціонування азотного циклу природних екосистем. До кінця XIX ст. процес перетворення атмосферного азоту  $N_2$  у активні форми відбувався у межах природної рівноваги. Відкриття синтезу аміаку сприяло промислому виробництву мінеральних добрив, що своєю чергою надало змогу забезпечити продуктами харчування значну кількість людей і сприяло збільшенню населення Землі. Це спричинило зміну циклу азоту під впливом діяльності людини [1]. Більш ніж удвічі збільшилась кількість активного азоту у біологічному циклі, що зумовило негативні зміни у атмосферному повітрі, функціо-

нуванні екосистем та здоров'я населення [2–5].

Сільське господарство є одним із основних споживачів активного азоту та могутнім джерелом його викидів. Викиди азоту у секторі сільського господарства відбуваються у різних формах та різними шляхами внаслідок вилуговування і вимивання нітратів та органічного азоту у водні об'єкти, а також як газоподібні викиди. В аспекті з'ясування внеску сільського господарства щодо забруднення повітря найбільше занепокоєння викликають геміоксид азоту ( $N_2O$ ) та аміак ( $NH_3$ ) [6]. Викиди  $N_2O$  у сільському господарстві відбуваються внаслідок застосування органічних та мінеральних добрив, функціонування галузі тваринництва, утилізації сільськогосподарських відходів та через горіння, особливо за випалювання великих площ саван та стерні. Внесок аміаку в загальне надходження азоту нині оцінюється в 40%. Викиди в атмосферу аміаку та

оксидів азоту з підприємств енергетичної галузі, транспорту, сільського господарства та промисловості спричиняють: деградацію поверхні суші; зміну якості води та наносять шкоду водним організмам унаслідок забруднення океану та активізації росту токсичних водоростей. Аміак та оксиди азоту в атмосфері зумовлюють утворення смогу, викликають хвороби органів дихання у людей і випадають на поверхню землі, тим самим підкислюють ґрунт, воду та знову повертаються в атмосферу у нових формах. Крім того, активний азот у атмосфері є одним із чинників глобального потепління.

На ІІ сесії (Женева, 2012) виконавчий орган Конвенції про трансграничне забруднення повітря на великі відстані прийняв керівний документ щодо національних балансів азоту [7]. Згідно з цим документом, баланс азоту (БА) — це кількісний опис його основних потоків через усі сектори і природні середовища у чітко визначених межах і встановлених термінах (як правило, 1 рік), а також змін запасів азоту у відповідних секторах та довікллі. Так, БА може бути складений на різних рівнях, від глобального до локального. Азотні басейни є елементами його балансу. Вони служать для зберігання певних обсягів азоту (ці обсяги називають запасами азоту). Азотний обмін між різними басейнами відбувається через потоки азоту. Азотні басейни можуть бути екологічними середовищами (атмосфера, вода), економічними секторами (промисловість, сільське господарство) або іншими соціальними елементами (люди і населені пункти). Набір басейнів може відрізнятися залежно від конкретних балансів азоту. Стосовно БА на національних рівнях, то до них входять всі відповідні басейни.

Баланс азоту сільськогосподарського підприємства включено до переліку 37 агроекологічних індикаторів для звітності про екологічну ситуацію в сільському господарстві у країнах Європейського Союзу. Розрахунки азотного балансу на рівні країни, регіону або окремого підприємства використовують як інструмент для оцінки

ефективності внесених поживних речовин і, відповідно, екологічного навантаження на навколишнє природне середовище [8].

Басейн «сільське господарство» об'єднує такі суббасейни: тварини; гній (прибирання, зберігання і використання гною); сільськогосподарські культури та ґрунти сільськогосподарського призначення [7]. Вказаний басейн своїми потоками переплітається з іншими басейнами. Всього виділено вісім басейнів азоту, кожен з яких своєю чергою поділяється на суббасейни, зокрема [7]:

*Енергетика і паливо* — об'єднує суббасейни: перетворення енергії (у т.ч. спалювання газу у факелі і викиди від спалювання палива поза системою газоочищення, обробні галузі промисловості і будівництво, транспорт, інші види енергетичної сировини і палива (зокрема, спалювання палива в побутовому секторі);

*Матеріали і продукти* (тобто процеси промисловості);

*Люди і населені пункти*;

*Ліси та напівприродні екосистеми*, у т.ч. *ґрунти*;

*Відходи*, куди входять суббасейни: видалення твердих відходів, обробка стічних вод, спалювання відходів, інші відходи;

*Атмосфера*;

*Гідросфера*: внутрішні води (у т.ч. підземні води), прибережні і морські води.

Найважливішими підсистемами басейну «сільське господарство» є *тваринництво* і *рослинництво*, а також *утилізація гною* [9].

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для кількісного оцінювання потоків азоту використовували метод системного аналізу — встановлення структурних зв'язків між емісією хімічно активного азоту та виробництвом сільськогосподарської продукції; математичний метод — розрахунок емісії хімічно активного азоту у виробництві тваринницької продукції та азотного бюджету підприємства; статистичний метод — обробка результатів досліджень. Розрахунки проводили згідно з методичними керівництвами, розробленими Міжуря-

довою групою експертів зі зміни клімату (МГЕЗК), та Інструкцією Європейської економічної комісії ООН з інвентаризації викидів [10–11].

Розрахунок питомих викидів аміаку здійснювали за формулою:

$$Y_i = m_i \cdot y \cdot t \cdot n, \quad (1)$$

де  $m_i$  – середня жива маса тварин, ц;  $y$  – питомий показник викидів аміаку від однієї тварини (табл. 1), мг/рік;  $t$  – період часу, 1 рік;  $n$  – кількість тварин.

Розрахунок викидів аміаку залежно від систем утилізації гною здійснювали за формулою:

$$Y_g = n \cdot m, \quad (2)$$

де  $n$  – кількість тварин;  $m$  – питомий показник викидів аміаку залежно від систем утилізації гною.

У продукції сільського господарства азот міститься у складі білків. Уміст білка у продукції тваринництва визначали згідно з ДСТУ 2212:2003 «Молочна промисловість». У молоці розрізняють три білкові фракції: казеїн, лактоальбумін, лактоглобулін. Для визначення вмісту азоту у молоці, яйцях та м'ясі використовували відповідні коефіцієнти [12]. Визначення вмісту азоту у продукції тваринництва розраховували за формулою:

$$N_{np} = N_n / 100 \cdot n_g / k, \quad (3)$$

де  $N_n$  – кількість виробленої продукції;  $n_g$  – уміст білка у продукті;  $k$  – коефіцієнт перерахунку вмісту азоту у білку.

Загальний річний баланс азоту у господарстві розраховували за формулою:

$$\begin{aligned} N_{\text{баланс}} &= \sum N_{\text{вхід}} - \sum N_{\text{вихід}} = \\ &= (N_{\text{корм}} + N_{\text{добр}}) - \\ &- (N_{\text{молоко}} + N_{\text{м'ясо}} + N_{\text{росл. прод}}), \quad (4) \end{aligned}$$

де  $N_{\text{корм}}$  – азот, що надходить на підприємство з кормами;  $N_{\text{добр}}$  – азот, що надходить на підприємство з добривами;  $N_{\text{молоко}}$  – азот, що міститься у виробленому молоці;  $N_{\text{м'ясо}}$  – азот, що міститься у м'ясі, виробленому для продажу;  $N_{\text{росл. прод}}$  – азот, що міститься в рослинній продукції, вирощеній для продажу (пшениця, ячмінь).

Ефективність управління потоками азоту можна оцінити через призму підвищення ефективності його використання. Інди-

катори ефективності використання азоту (ЕВА) дають можливість оцінити його вміст у сільськогосподарській культурі або тваринних продуктах за кількістю внесеного азоту або азоту, що надійшов [13–15]. Ефективність використання азоту у господарстві розраховували за формулою:

$$\begin{aligned} N_{\text{еф}} &= \frac{\sum N_{\text{вхід}}}{\sum N_{\text{вихід}}} = \\ &= \frac{(N_{\text{молоко}} + N_{\text{м'ясо}} + N_{\text{росл. прод}})}{(N_{\text{корм}} + N_{\text{добр}})}. \quad (5) \end{aligned}$$

Надлишок азоту є показником азотно-го навантаження сільськогосподарського підприємства на навколишнє природне середовище, яке залежить як від емісії хімічно активного азоту, так і від кругообігу елемента, упродовж якого надлишок азоту втрачається через випаровування аміаку, вимивання азоту та/або нітрифікацію чи денітрифікацію. Від управління потоками азоту залежить ефективність його використання (ЕВА) [16].

Так, ЕВА певним господарством визначають як відношення вихідних потоків азоту, тобто маси загального виходу азоту (через продукцію, що вивозять з господарства, та втрат від емісії), до вхідних потоків – загального надходження азоту з добривами, насінням, раціонами тварин, біологічної фіксації  $N_2$ , атмосферних процесів. Іншими словами, ЕВА є показником ефективності використання  $N$ , а азотний баланс – різниця між загальними вхідними і вихідними потоками  $N$ , показником надлишку або дефіциту азоту на рівні господарства [17]. Для визначення балансу азоту необхідно враховувати усі його потоки, а саме: азот, що надходить на підприємство з кормами; з добривами; від гною та посліду, що міститься у виробленій тваринницькій продукції; у рослинній продукції, що вирощена для продажу [18].

Поліпшення управління потоками азоту (відповідно, зниження втрат азоту) є наслідком зниження з часом надлишку або нестачі азоту і оптимізації ЕВА. Отже, прогрес в управлінні потоками азоту можна оцінити шляхом моніторингу річного балансу азоту і ЕВА на рівні господарства. Щоб урахувати річні зміни погодних умов

і непередбачені явища, рекомендовано розраховувати п'ятирічні середні значення надлишку азоту та ЕВА [17].

Баланс азоту для певного господарства та ЕВА є показниками для розрахунку навантаження азоту на довкілля та ефективності використання азотних ресурсів відповідно. Деякі країни (Данія, Німеччина та Нідерланди) постійно використовують баланси і надлишок азоту як комплексні нормативно-правові інструменти для зниження втрат цього елемента через емісію у навколишнє природне середовище [18]. Підвищення ЕВА у тваринницьких господарствах і господарствах змішаної спеціалізації, як правило, асоціюється зі зниженням втрат  $\text{NH}_3$  на одиницю продукції [19].

## ВИСНОВКИ

Розроблено алгоритм визначення балансів азоту для сільського господарства, який враховує активний азот, що утворюється в басейні «сільське господарство», а також азот, що надійшов унаслідок його обміну з іншими басейнами. Проаналізовано застосування показника ефективності використання поживних речовин як узагальнюючого під час порівняльної оцінки басейнів азоту. Динаміка зміни ЕВА у комплексі з іншими агроекологічними показниками може використовуватися для оцінки результативності впровадження у сільському господарстві заходів із вдосконалення технології для зниження екологічного навантаження.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Nitrogen Cycles: Past, Present, and Future [Електронний ресурс] / J.N. Galloway, F.J. Dentener, D.G. Capone et al. // *Biogeochemistry*. — 2004. — Vol. 70. — P. 226. — Режим доступу: <https://doi.org/10.1007/s10533-004-0370-0>
2. Vitousek P.M. Human alteration of the global nitrogen cycle: causes and consequences [Електронний ресурс] / P.M. Vitousek // *Issues Ecol.* — 1997. — Vol. 7. — P. 1–15. — Режим доступу: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com>
3. Nitrogen and Phosphorus. The Earth as Transformed by Human Action: Global and Regional Changes in the Biosphere over the Past 300 Years [Електронний ресурс] / B.L. Turner, W.C. Clark, R.W. Kates et al. // UK: Cambridge. — 1990. — Режим доступу: <https://www.bookdepository.com>
4. Todd R.W. Ammonia emissions from open lot beef cattle feedyards on the southern high plains [Електронний ресурс] / R.W. Todd, N.A. Cole, R.N. Clark // *Atmospheric Environment*. — 2008. — Vol. 42, No. 28. — P. 19. — Режим доступу: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.490.4096&rep=rep1&type=pdf>
5. Какарека С.В. Аммиак в атмосферном воздухе: источники поступления, уровни содержания, регулирование / С.В. Какарека, А.В. Мальчихина. — Минск: Беларуская навука, 2016. — 254 с.
6. Моклячук Л.І. Методичні рекомендації зі скорочення викидів аміаку з сільськогосподарських джерел / Л.І. Моклячук, О.М. Жукорський, В.П. Бородай. — К., 2016. — 31 с.
7. Guidance document on national nitrogen budgets [Електронний ресурс] / Task Force on Reactive Nitrogen. — 2012. — Режим доступу: <https://www.unece.org>
8. Яцук І.П. Екологічні індикатори зеленого зростання сільського господарства / І. П. Яцук, Л. І. Моклячук. — К., 2018. — 384 с.
9. Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ [Електронний ресурс] / European Environment Agency. — 2016. — Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/ru/publications/rukovodstvo-emep-eaos-po-inventarizacii-vybrosov-2016>
10. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК: в 5 т. — Т. 4 / под ред. Х.С. Игглестона, Л. К. Буэндиа, К. Мивши и др. — ИГЕС, Япония, 2006. — 8 с.
11. Aneja V.P. Characterization of atmospheric ammonia emissions from swine waste storage and treatment lagoons [Електронний ресурс] / V.P. Aneja, J.P. Chauhan, J. Walker // *Raleigh*. — 2000. — Режим доступу: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2000JD900066>
12. Молочна промисловість. Виробництво молока та кисломолочних продуктів: ДСТУ 2212:2003. — [Чинний від 26.12.2003]. — К.: Технологічний інститут молока та м'яса УААН, 2003. — 22 с. — (Національний стандарт України).
13. Assessment of sources and solutions to reduce nitrogen air pollution. Helsinki Commission [Електронний ресурс] / Baltic Marine Environment Protection Commission. 26th Meeting. — Helsinki, Finland, 2005. — Режим доступу: <https://www.unece.org>
14. Guidance document for preventing and abating ammonia emissions from agricultural sources [Електронний ресурс] / Economic and Social Council Distr. — 2014. — Режим доступу: [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE\\_EB.AIR\\_120\\_ENG.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE_EB.AIR_120_ENG.pdf)
15. Rotz C. Management to reduce nitrogen losses in animal production [Електронний ресурс] / C. Rotz // *Journal of Animal Science*. — 2004. — No. 82. — P. 119–137. — Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15471791>
16. Sommer S.G. Ammonia emission from field applied manure and its reduction-invited paper [Електронний ресурс] / S.G. Sommer, N.J. Hutchings // *European Journal of Agronomy*. — 2001. — No. 15. — P. 4–15. — Режим доступу: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.457.7652&rep=rep1&type=pdf>

17. Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions [Електронний ресурс] / United Nations Economics Commission for Europe. — 2015. — Режим доступу: <http://www.unece.org/environmental-policy/conventions/envlrta/welcome/publications.html>
18. Mosier A.R. Agriculture and the Nitrogen Cycle. Assessing the Impacts of Fertilizer Use on Food Production and the Environment [Електронний ресурс] / A.R. Mosier, J.K. Syers, J.R. Freney // Island Press. — 2004. — Режим доступу: <https://www.researchgate.net>
19. Impacts of intensive livestock production and manure management on the environment. In Livestock in a changing landscape: Drivers, Consequences and Responses [Електронний ресурс] / H. Menzi, O. Oenema, C. Burtun et al. // Washington DC: Island Press. — 2010. — Режим доступу: <https://books.google.com.ua>

## REFERENCES

1. Galloway, J.N., Dentener, F.J., Capone, D.G. et al. (2004). Nitrogen Cycles: Past, Present, and Future. *Biogeochemistry*, 70, 226. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10533-004-0370-0> [in English].
2. Vitousek, P.M. (1997). Human alteration of the global nitrogen cycle: causes and consequences. *Issues Ecol*, 7, 1–15. Retrieved from <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com> [in English].
3. Turner, B.L., Clark, W.C., Kates, R.W. et al. (1990). Nitrogen and Phosphorus. The Earth as Transformed by Human Action: Global and Regional Changes in the Biosphere over the Past 300 Years. UK: Cambridge, 732. [www.bookdepository.com](http://www.bookdepository.com). Retrieved from <https://www.bookdepository.com> [in English].
4. Todd, R.W., Cole N.A., Clark, R.N. (2008). Ammonia emissions from open lot beef cattle feedyards on the southern high plains. *Atmospheric Environment*, 42, 28, 19. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.490.4096&rep=rep1&type=pdf> [in English].
5. Kakareka, S.V., & Malchihina, A.V. (2016). *Ammiak v atmosfernom vozduhe: istochniki postuplenija, urovni soderganija, regulirovanie* [Ammonia in ambient air: sources, levels, regulation]. Minsk: Belarusskaja navuka [in Russian].
6. Moklyachuk, L.I., Zhukorskyi V.P. (2016). *Metodychni rekomendatsii zi skorochennia vykydiv amiaku z silskohospodarskykh dzherel* [Methodical recommendations for reduction of ammonia emissions from agricultural sources]. Kyiv [in Ukrainian].
7. Guidance document on national nitrogen budgets (2012). *Task Force on Reactive Nitrogen*, 12. Retrieved from <https://www.unece.org> [in English].
8. Iatsuk, I.P., Mokliachuk, L.I. (2018). *Ekolohichni indykatory zelenoho zrostantnia silskoho hospodarstva* [Environmental indicators of green growth in agriculture]. Kyiv [in Ukrainian].
9. Rukovodstvo EMEP/EAOS po inventaryzatsyy vybrosov zagriazniatshchyykh veshchestv [EMEP / EEA Manual on Pollutant Emission Inventories]. (2016). European Environment Agency. [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu). Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/ru/publications/rukovodstvo-emeep-eaos-po-inventaryzatsiyvybrosov-2016> [in Russian].
10. Igglestona, Kh.S., Buendya, L.K., Myva, K., Nhara, T. & Tanabe, L. (2006). *Rukovodiashchye printsipy natsionalnykh inventaryzatsyy parnykovykh hazov MGEIK [IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories]*. (Vols 1–5; Vol. 5). IGES, Japonija [in Russian].
11. Aneja, V.P., Chauhan, J.P, Walke, J. (2000). Characterization of atmospheric ammonia emissions from swine waste storage and treatment lagoons. [agupubs.onlinelibrary.wiley.com](http://agupubs.onlinelibrary.wiley.com). Retrieved from <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2000JD900066> [in English].
12. Molochna promyslovist. Vyrobnnytstvo moloka ta kyslomolochnykh produktiv [Dairy industry. Production of milk and dairy products]. (2003). *DSTU 2212:2003 from 26<sup>th</sup> Decemder 2003*. Kyiv: Tekhnolohichnyi instytut moloka ta m'iasa UAAAN [in Ukrainian].
13. Assessment of sources and solutions to reduce nitrogen air pollution / Helsinki Commission (2005). Baltic Marine Environment Protection Commission 26<sup>th</sup>. [www.unece.org](http://www.unece.org). Retrieved from <https://www.unece.org> [in English].
14. Guidance document for preventing and abating ammonia emissions from agricultural sources (2014). Economic and Social Council Distr. [www.unece.org/fileadmin](http://www.unece.org/fileadmin). Retrieved from [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE\\_EB.AIR\\_120\\_ENG.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE_EB.AIR_120_ENG.pdf) [in English].
15. Rotz, C.A. (2004). Management to reduce nitrogen losses in animal production. *Journal of Animal Science*, 82, 119–137. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15471791> [in English].
16. Sommer, S.G., Hutchings, N.J (2001). Ammonia emission from field applied manure and its reduction – invited paper. *European Journal of Agronomy*, 15, 4–15. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.457.7652&rep=rep1&type=pdf> [in English].
17. Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions (2015). *environmental-policy*. Retrieved from <http://www.unece.org/environmental-policy/conventions/envlrta/welcome/publications.html> [in English].
18. Mosier, A.R., Syers, J.K., Freney, J.R. (2004). Agriculture and the Nitrogen Cycle. Assessing the Impacts of Fertilizer Use on Food Production and the Environment. [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net). Retrieved from <https://www.researchgate.net> [in English].
19. Menzi, H., Oenema, O., Burtun, C. (2010). Impacts of intensive livestock production and manure management on the environment. In Livestock in a changing landscape: Drivers, Consequences and Responses. [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net). Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/254837595\\_Impacts\\_of\\_intensive\\_livestock\\_production\\_and\\_manure\\_management\\_on\\_the\\_environment\\_Chapter\\_9](https://www.researchgate.net/publication/254837595_Impacts_of_intensive_livestock_production_and_manure_management_on_the_environment_Chapter_9) [in English].

Отримано 13.11.2018



## А.П. СТАДНИКУ – 70



2 листопада 2018 р. виповнилося 70 років відомому вченому у галузі агролісомеліорації, лісівництва, агроекології та охорони навколишнього природного середовища ландшафтної агролісомеліорації, доктору сільськогосподарських наук, професору, старшому науковому співробітнику, академіку Лісівничої академії наук України Анатолію Петровичу Стаднику.

У 1966 р. А.П. Стадник вступив на лісогосподарський факультет Української ордену Трудового Червоного Прапора сільськогосподарської академії (тепер – НУБіП України, м. Київ). У 1971 р. після закінчення академії і здобуття кваліфікації «Інженер лісового господарства» був направлений у Харківський філіал інституту «Союзгипролесхоз» Державного комітету лісового господарства СРСР, де працював на посаді інженера.

У 1974 р. А.П. Стадник вступив до очної аспірантури УкрНДІЛГА, яку закінчив у 1977 р. і був зарахований у 1978 р. на посаду молодшого наукового співробітника відділу позахисного лісорозведення. У 1982 р. захистив кандидатську дисертацію.

У 1991 р. А.П. Стаднику присвоєно вчене звання старшого наукового співробітника. З 1996 р. – провідний науковий співро-

бітник УкрНДІЛГА і водночас завідувач сектора захисного лісорозведення лабораторії лісовідновлення та захисного лісорозведення. Впродовж 1999–2004 рр. Анатолій Петрович працював на посаді провідного наукового співробітника; був заступником голови експертної комісії УкрНДІЛГА з лісорозведення, членом вченої ради інституту (1996–1999). У 2006–2007 рр. працював за сумісництвом доцентом кафедри лісових культур та меліорацій Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва.

У 2007 р. А.П. Стадника було запрошено на роботу в Інститут агроекології Української академії аграрних наук (м. Київ) на посаду завідувача відділу природокористування, охорони навколишнього природного середовища та економіки наукових досліджень. У 2008 р. захистив докторську дисертацію. У 2008–2011 рр. А.П. Стадник був завідувачем відділу природокористування, охорони навколишнього природного середовища та економіки наукових досліджень і завідувачем лабораторії агролісомеліорації та лісових екосистем, а з 2011 р. і донині працює провідним науковим співробітником Інституту. Обирався членом експертної ради з сільськогосподарських наук ВАК України. У 2010–2011 рр. Анатолій Петрович займав посаду професора кафедри екології і навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету.

Професор А.П. Стадник є провідним вченим України з питань агролісомеліорації і захисного лісорозведення, стабільного розвитку агроландшафтів.

Основним напрямом наукової діяльності А.П. Стадника є: методологія управління агроландшафтами лісомеліоративними методами на засадах збалансованого розвитку; лісомеліорація агроландшафтів та стабільний розвиток агроекосистем; ландшафтно-екологічна оптимізація сис-



тем захисних лісових насаджень України; науково-практичні основи створення загальнодержавної оптимізованої системи захисних лісових насаджень в Україні; комплексне лісомеліоративне районування України; методи і заходи догляду за захисними лісовими насадженнями.

Серед основних досягнень вченого і особистого вкладу у науку слід відзначити:

- методологію управління агроландшафтами лісомеліоративними методами;
- започаткування нового наукового напрямку в Україні – ландшафтної агролісомеліорації;
- теоретико-методологічні основи ландшафтно-екологічної оптимізації систем захисних лісових насаджень в агроландшафтах та теорію систем в агролісомеліорації;
- комплексне лісомеліоративне районування України;
- науково-практичні основи створення загальнодержавної оптимізованої системи захисних лісових насаджень в Україні;
- науково обґрунтовані методи і заходи догляду за полезахисними лісовими насадженнями та теоретичне обґрунтування їх структури.

Ним розроблено концепцію управління агроландшафтами, яку було схвалено на Бюро Президії НААН (2008); концепцію охорони ґрунтів від ерозії в Україні (2008) та ін.

Анатолій Петрович Стадник є академіком Лісівничої академії наук України, членом координаційно-методичної ради науково-методичного центру «Агроекологія» НААН, спеціалізованих вчених рад ІАП НААН та Інституту захисту рослин НААН із захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора; членом редакційних колегій наукових видань: «Агроекологічний журнал», «Збалансоване природокористування», «Агробіологія».

Професор А.П. Стадник здійснює керівництво аспірантурою та докторантурою за спеціальністю 03.00.16 – екологія з 2008 р. Він є науковим консультантом двох докторантів у Інституті агроекології і природокористування НААН. Під його керівництвом захищено дві докторські і одна кандидатська дисертації за спеціальністю

03.00.16 – екологія; неодноразово був офіційним опонентом із захисту докторських та кандидатських дисертацій.

Із 2011 р. – завідувач кафедри лісівництва, ботаніки і фізіології рослин Білоцерківського національного аграрного університету. Підготовку фахівців здійснює за напрямками: «Лісове господарство», «Садово-паркове господарство» та «Агрономія»; професор А.П. Стадник викладає навчальні дисципліни: «Лісознавство», «Лісівництво», «Рекреаційне лісівництво» та ін.

Анатолій Петрович Стадник є автором (співавтором) 200 друкованих праць, зокрема дев'яти монографій, 24 науково-методичних рекомендацій, Енциклопедії агролісомеліорації, Словника-довідника з агроекології і природокористування, Концепції управління агроландшафтами (2008), Концепції охорони ґрунтів від ерозії в Україні (2008), навчального посібника.

Вченого нагороджено двома бронзовими медалями ВДНГ СРСР (1983, 1984), Почесною грамотою Президії Української академії аграрних наук України (2008), Подякою Голови Державного агентства лісових ресурсів України (2012), відзнакою ІАП НААН «Гордість Інституту агроекології і природокористування» (2017), Почесною відзнакою Національної академії аграрних наук України (2018), Почесною відзнакою «Заслужений захисник природи» Всеукраїнської громадської організації «Асоціація агроекологів України» (2018). Анатолій Петрович є лауреатом Державної премії України в галузі науки і техніки (2014), лауреатом премії НААН «За видатні досягнення в аграрній науці» (2013 р.), Почесним доктором та Почесним доктором з екології ІАП НААН (2018).

Колеги та друзі сердечно вітають Анатолія Петровича із 70-річним ювілеєм, бажають міцного здоров'я, щастя, добра, миру, благополуччя, нових творчих злетів та досягнень, успіхів у вихованні та підготовці наукових кадрів, творчого довголіття і втілення усіх намірів у життя!

*Колектив Інституту агроекології і природокористування НААН,*

*Редколегія та редакція «Агроекологічного журналу».*

# АННОТАЦИИ

**Конишук В.В., Егорова Т.М.** Агроэкологическое районирование Украины // Агроэкологический журнал. — 2018. — № 4. — С. 6–22.

*Институт агроэкологии и природопользования НААН*  
e-mail: konishchuk\_vasyl@ukr.net

Впервые представлена карта агроэкологического районирования Украины. Учитывая данные общих физико-географических условий, типы почв, гидротермический коэффициент Селянинова, уровень увлажнения территории, агроэкологические риски, стихийные явления, загрязнение, основную сельскохозяйственную деятельность производства, выделено 7 зон, 10 подзон, 38 областей, 100 агроэкологических районов. В зависимости от степени интенсивности проявления рисков, экологических особенностей проведено зонирование до уровня районов, которые сгруппированы по характерным почвам, растительности, однородности загрязнения, специализации, природоохранности. Определено, что для большинства территорий актуальными являются агроэкологические проблемы радиационного, техногенного загрязнения, площадной яровой эрозии, засоление, заболочивание и подтопление, дефляция, карст, оползни, проседание лессовых пород и т.п. Размеры и контуры районов неоднородны, наибольшая фрагментация имеет место в Карпатах и Крыму, большие площади с однородными условиями типичны для Центральной, Восточной Лесостепи, Правобережной, Левобережной Степи. Для большинства районов рекомендуется выращивание зерновых, бобовых, технических культур, а также занятие овощеводством, садоводством, мясо-молочным животноводством, свиноводством, птицеводством, рыбоводством, агротуризмом. Агроэкологическое районирование будет способствовать эффективно-му экобезопасному агропроизводству.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** агроэкология, зона, подзона, область, район, картирование.

**Фурдычко О.И., Новицкий В.П.** Эколого-географические особенности влияния территориальных группировок волка (*Canis lupus L.*) на фоновые виды оленевых (*Cervidae*) // Агроэкологический журнал. — 2018. — № 4. — С. 23–28.

*Институт агроэкологии и природопользования НААН*  
e-mail: vasilij\_nov@ukr.net

Исследованы изменения динамики численности фоновых видов оленевых в разных регионах Украины начиная с XXI в. на фоне динамики численности волка. Охарактеризованы математико-статистические связи в системах «хищник — жертва». Подтверждено негативное влияние волка по отношению к полесским группировкам косули европейской ( $r = -0,896$ ;  $E = -1,1$ ;  $p < 0,001$ ) и лося ( $r = -0,835$ ;  $E = -1,2$ ;  $p < 0,001$ ), а также степной группировки косули ( $r = -0,614$ ;  $E = -0,18$ ;  $p < 0,01$ ). Достоверные статистические связи между динамикой численности волка, лося и косули в лесостепной и карпатской природных зонах Украины не выявлены. Установлено, что плотность волка в Украине сейчас значительно превышает

соответствующие показатели некоторых стран ЕС, где его численность вновь вынуждены регулировать, несмотря на предоставление виду охранного статуса.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** волк, лось, косуля европейская, динамика численности, эколого-географические особенности, природные зоны Украины.

**Чоботько Г.М., Ландин В.П., Ясковец И.И., Райчук Л.А., Швиденко И.К.** Радиологически критические экосистемы и их роль в формировании загрязнения сельскохозяйственной продукции // Агроэкологический журнал. — 2018. — № 4. — С. 29–35.

*Институт агроэкологии и природопользования НААН*  
e-mail: edelvice@ukr.net

Установлено, что определение критических экосистем и закономерностей их существования является необходимой задачей, которая дает возможность определять дозовую нагрузку на население загрязненной радионуклидами территории Украинского Полесья в отдаленный период после аварии на ЧАЭС. Анализ полученных данных наблюдений за накоплением радионуклидов в различных типах почв и поступлением их в растения в зоне радиоактивного загрязнения вследствие аварии на ЧАЭС показал неодинаковые темпы снижения удельной активности. Показано, что неоднородность динамики снижения обусловлена такими свойствами торфяных и торфоболотных почв, как высокая степень увлажнения и переувлажнения.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** критические экосистемы, миграция радионуклидов, сенокосы и пастбища, коэффициент перехода радионуклида.

**Паламарчук, Р.П.<sup>1</sup> Трембицкая О.И.<sup>2</sup> Клименко Т.В.<sup>2</sup> Федорчук С.В.<sup>2</sup> Лесовой Н.М.<sup>3</sup>** Радиологическое состояние почв сельскохозяйственных угодий Житомирской области // Агроэкологический журнал. — 2018. — № 4. — С. 36–43.

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

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

<sup>3</sup> Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины  
e-mail: lisova106@ukr.net

Определена плотность загрязнения радионуклидами <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr земель сельскохозяйственного назначения Житомирской обл. и установлены их площади. Для полевых исследований использованы методики агрохимической паспортизации земель сельскохозяйственного назначения и гамма-спектрометрии территории, а также определения удельной активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в образцах почвы. Активность <sup>137</sup>Cs определяли спектрометрическим методом на приборе СЕГ-05Н с программным обеспечением «Прогресс»; <sup>90</sup>Sr — спектрометрическим методом на приборе СЕБ-01 с программным обеспечением АК-1. На протяжении 29-летнего периода (1986–2015) после аварии на ЧАЭС ра-

диационное состояние почв сельскохозяйственных угодий Житомирской обл. значительно улучшилось. В 2011–2015 гг. площади сельскохозяйственных земель области с плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  в пределах 37–185 и 186–555 кБк/м<sup>2</sup>;  $^{90}\text{Sr}$  – 0,74–5,55 и 5,56–111 кБк/м<sup>2</sup> по сравнению с 2006–2010 гг. уменьшились соответственно на 1,5 и 0,4% и 36,1 и 2,1% на фоне одновременного увеличения площадей с плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  <37 кБк/м<sup>2</sup> – на 1,9%;  $^{90}\text{Sr}$  <0,74 кБк/м<sup>2</sup> – на 38,2%, или в 1,5 раза. Результаты исследований загрязнения почвы сельскохозяйственных угодий  $^{90}\text{Sr}$  свидетельствуют, что сегодня их площади по уровням загрязнения являются следующими: <0,74 кБк/м<sup>2</sup> – 621,4 тыс. га; 0,74–5,55 – 213,3; 5,56–111 кБк/м<sup>2</sup> – 11,1 тыс. га, что составляет 73,5; 25,2 и 1,3% соответственно от обследованных площадей. Установлено, что площади сельскохозяйственных угодий с плотностью загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  <37 кБк/м<sup>2</sup> составляют 89,2%; 37–185 – 10,3 и в пределах 186–555 кБк/м<sup>2</sup> – 0,5%;  $^{90}\text{Sr}$  <0,74 кБк/м<sup>2</sup> – 73,5%; 0,74–5,55 – 25,2 и в пределах 5,56–111 кБк/м<sup>2</sup> – 1,3% от обследованных площадей. Снижение плотности загрязнения радионуклидами пахотных земель в слое почвы 0–20 см происходит интенсивнее, чем у других видов сельскохозяйственных угодий.

**Ключевые слова:** радиоактивное загрязнение, радиоцезий ( $^{137}\text{Cs}$ ), радиостронций ( $^{90}\text{Sr}$ ), почвенный покров, плотность загрязнения, мониторинг.

**Литвинова Е.А.<sup>1</sup>, Дмитренко О.В.<sup>2</sup>, Ковалева С.П.<sup>3</sup>**  
Динамика содержания микроэлементов и тяжелых металлов в серой лесной почве при длительном использовании удобрений в севообороте // *Агроэкологический журнал*. – 2018. – № 4. – С. 43–49.

<sup>1</sup> ННЦ «Институт земледелия НААН»

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

<sup>3</sup> Житомирский филиал ГУ «Институт охраны почв Украины»  
e-mail: ecolab23071964@ukr.net

Приведены результаты исследований количественного изменения подвижных форм микроэлементов и тяжелых металлов в полевом севообороте на серой лесной почве при систематическом применении органических и минеральных удобрений. Установлено, что применение удобрений повлияло на накопление этих показателей в почве относительно исходного состояния, но превышение ПДК уровня по всем элементам не наблюдали. Наиболее эффективной как в процессах накопления наиболее значимых в жизнедеятельности растений микроэлементов, так и создания высокого уровня продуктивности звена севооборота оказалась органо-минеральная система удобрения (12 т/га навоза + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>68</sub>). При данных условиях отмечено рациональное соотношение между кальцием и магнием. Использование органических удобрений, создавая условия для воспроизводства запасов гумуса и оптимизации структуры почвенного поглощающего комплекса, не обеспечивает оптимальных параметров, доступных форм питательных элементов в почвенной среде для культур полевого севооборота. Применение только минеральных удобрений в высоких дозах в системах удобрения

является нецелесообразным с агрономической точки зрения.

**Ключевые слова:** микроэлементы, тяжелые металлы, плодородие почвы, продуктивность, севооборот.

**Терновой Ю.В.<sup>1</sup>, Гавлюк В.В.<sup>2</sup>, Парфенюк А.И.<sup>2</sup>**  
Микробиота ризосферы растений гороха при воздействии различных технологий выращивания культуры // *Агроэкологический журнал*. – 2018. – № 4. – С. 50–58.

<sup>1</sup> ГП «Сквирское» Института агроэкологии и природопользования НААН

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

e-mail: erespar@ukr.net

Исследована микробиота ризосферы растений гороха сортов Мадонна и Стартер при воздействии различных технологий выращивания культуры. Рассмотрены факторы влияния в агроценозе гороха во время его вегетации, обуславливающие увеличение численности фитопатогенных микроорганизмов в ризосфере растений. Установлено, что увеличение спектра фитопатогенных грибов приводит к образованию эпифитотий, способных накапливать токсины и микотоксины. Показано, что их количество в агроценозе гороха существенно регулируется сортом растений и технологией его выращивания. Проанализированы изменения микробиоразнообразия ризосферы в зависимости от технологий выращивания растений гороха и сорта культуры.

**Ключевые слова:** ризосфера, растения, горох, микромицеты, антропогенный фактор, микробиота.

**Тарасюк С.И.<sup>1</sup>, Конищук В.В.<sup>2</sup>, Постоенко Д.Н.<sup>2</sup>**  
Эколого-генетические особенности популяции украинской Антонинско-Зозуленецкой чешуйчатой породы карпа *Cyprinus carpio* L. // *Агроэкологический журнал*. – 2018. – № 4. – С. 59–67.

<sup>1</sup> Институт рыбного хозяйства НААН

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

e-mail: Dmytroiap@gmail.com

Представлены основные эколого-генетические особенности выращивания во внутренних водоемах Украины перспективных популяций Антонинско-Зозуленецкой чешуйчатой породы карпа. Проведена морфометрическая оценка племенного материала. Исследуемое стадо является однородным, коэффициенты изменчивости – стабильные, соответствующие нормативным показателям украинской чешуйчатой породы. По результатам анализа производителей распределяли на классы, выделяли элитные группы, из которых формировали маточный материал для выполнения работ по воссозданию карпа. Выявлены породоспецифические особенности генетической структуры по распределению аллельных частот по локусам альбумина, эстеразы, трансферрина. Анализ генетической структуры показал специфику распределения аллельных частот и генотипический состав локусов белковых систем. Анализ многообразия генотипов исследуемых популяций в разрезе хозяйств позволил выявить (по локусом трансферрина) специфические генотипы и отсутствие не-

которых из теоретически ожидаемых, а именно TF АВ, ВВ и DD. Специфическими для чешуйчатых карпов в исследуемых рыбных хозяйствах были следующие генотипы: «Меджибож» — TF С<sub>1</sub>С<sub>1</sub>, «Старая Синява» — TF С<sub>1</sub>С<sub>2</sub>, «Антонины» — АС<sub>1</sub> и АС<sub>2</sub>. Получены различия по уровню средней гетерозиготности, что позволяет осуществление контроля уровня изменчивости в генетической структуре исследуемых популяций. Установлено статистически достоверный избыток гетерозигот по большинству локусов, кроме TF и EST в исследованной группе. Самый высокий уровень гетерозиготности в исследуемых группах карпа наблюдается по локусам ALB (78,8–82,8%) и ME (72,7–82,8%). Полученные данные свидетельствуют, что у карпов рыбных хозяйств «Меджибож» и «Антонины» зафиксирован оптимальный уровень генетической гетерогенности (60–71%) по сравнению с хозяйством «Старая Синява», где он является самым низким (57%). Получены данные для использования отдельных генетико-биохимических систем для дифференциации и ведения постоянного генетического мониторинга популяций чешуйчатых карпов. Доказана перспективность экологически безопасного выращивания карпов в Украине.

**Ключевые слова:** адаптивность, популяция, Антонинско-Зозулинецкий чешуйчатый карп, генотип.

**Пискун В.И., Осипенко Т.Л., Сикун Н.В.** Оценка технологий производства молока по выбросам парниковых газов // *Агроэкологический журнал*. — 2018. — № 4. — С. 68–71.

*Институт животноводства НААН*  
e-mail: piskun\_v@ukr.net

Осуществлена оценка выбросов парниковых газов, образующихся от органических отходов промышленного производства молока при привязном содержании крупного рогатого скота (КРС). На основе данных по определению сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ корма определили валовую энергию, которую потребляли животные на промышленном комплексе. На основе валовой потребленной энергии животными и данных по органическим отходам определены объемы выбросов метана, прямых и побочных выбросов азота как в абсолютных значениях, так и в удельных на 1 голову КРС и в эквиваленте CO<sub>2</sub> за 1 год, что составляет 16640,90 кг.

**Ключевые слова:** выбросы, парниковые газы, побочная продукция, привязное содержание, крупный рогатый скот, валовая энергия.

**Савчук И.Н.<sup>1</sup>, Мельничук А.П.<sup>2</sup>, Степаненко В.Н.<sup>2</sup>** Содержание тяжелых металлов в свинине при использовании в рационах тритикале // *Агроэкологический журнал*. — 2018. — № 4. — С. 72–77.

<sup>1</sup> *Институт сельского хозяйства Полесья НААН*  
<sup>2</sup> *Житомирский национальный агроэкологический университет*  
e-mail: valentya.stepanenko26@gmail.com

Проведено исследование по накоплению Pb, Cd, Cu и Zn в продукции свиноводства при использовании для откорма молодняка свиней различных

вариантов зерносмеси с добавлением в их состав разного количества тритикале. Установлено, что концентрация Pb, Cu и Zn в длиннейшей мышце спины была значительно ниже ПДК, в то время как уровень загрязнения мяса (I и II группы) и печени (I и III группы) Cd превышал нормативные требования в 2,0–2,4 раза и на 24,7–28,7% соответственно. Замена в составе зерносмеси 20–40% (по массе) дерги пшеницы на аналогичное количество дерги тритикале для откорма молодняка свиней в III зоне радиоактивного загрязнения способствовала значительно меньшему переходу Pb, Cd, Cu и Zn в свинину (III группа) — на 3,27, 0,55–8,96, 1,15–1,27 и 0,52–7,86% (абсолютных) соответственно.

**Ключевые слова:** свиньи, концентрация, свинец, кадмий, медь, цинк, длиннейшая мышца спины, печень, тритикале.

**Жукорский О.М.<sup>1</sup>, Кривохижа Е.М.<sup>2</sup>, Осадчук В.Д.<sup>3</sup>** Фитотоксическое действие щелочного моюще-дезинфицирующего средства Санимол Л // *Агроэкологический журнал*. — 2018. — № 4. — С. 78–81.

<sup>1</sup> *Национальная академия аграрных наук Украины*  
<sup>2</sup> *Институт агроэкологии и природопользования НААН*  
<sup>3</sup> *Буковинская государственная сельскохозяйственная опытная станция НААН*  
e-mail: ye.kryvokhyzha@ukr.net

Представлены результаты исследования фитотоксичности почв, загрязненных моюще-дезинфицирующими средствами для доильно-молочного оборудования. Оценка проведена путем биотестирования с использованием кукурузы в лабораторных условиях. Установлено, что при содержании в почвах моюще-дезинфицирующих средств Санимол Л и CircoSuper AF в количестве 1000 мг/кг происходит уменьшение массы, длины стебля и длины самого длинного корня, в среднем — на 12,7 и 29,6% соответственно. При загрязнении почвы 1000 мг/кг средством Сульфохлорантин морфометрические показатели снижаются на 62,8%, что свидетельствует о его фитотоксическом влиянии.

**Ключевые слова:** моюще-дезинфицирующее средство, санитарная обработка, загрязнение почв, доильно-молочное оборудование.

**Бородай В.В.<sup>1</sup>, Парфенюк А.И.<sup>2</sup>** Распространенность и развитие основных болезней картофеля в Украине (*Solanum tuberosum* L.) // *Агроэкологический журнал*. — 2018. — № 4. — С. 82–87.

<sup>1</sup> *Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*  
<sup>2</sup> *Институт агроэкологии и природопользования НААН*  
e-mail: veraboro@gmail.com

Проанализированы данные Государственной службы Украины по вопросам безопасности пищевых продуктов и защиты потребителей за период 2014–2017 гг. по основным болезням картофеля бактериальной, вирусной и микозной этиологии. Установлен значительный рост повреждения клубней картофеля в последние годы. Среди основных возбудителей болезней картофеля доминировали фитофтороз, альтернариоз и фузариоз. Заклад-



ка на хранение поврежденных болезнями выше нормативных уровней клубней вызывает потери 25,4% картофеля весной. Рост вредоносности болезней картофеля во время хранения, усиление агрессивности возбудителей, значительное количество латентной инфекции как в клубнях, так и в почве, особенности изменений климата в Украине значительно ухудшают качество посадочного материала, существенно усиливают биологическое загрязнение агроэкосистем и влияют на безопасность продукции.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** фитопатогенные микроорганизмы, биологическое загрязнение агроэкосистем, распространение, агроценоз, *Solanum tuberosum* L.

**Бунас А.А.** Мониторинг и выделение diaзотрофов из биоценозов разных почвенно-климатических зон Украины // Агроэкологический журнал. — 2018. — № 4. — С. 88–92.

*Институт агроэкологии и природопользования НААН*  
e-mail: eko\_911@ukr.net

Приведены результаты мониторинга и выделения diaзотрофов из почв различных природно-климатических зон Украины. Наибольшее количество азотфиксирующих бактерий с высокой нитрогеназной активностью (0,67–0,94 нмоль  $C_2H_4$ /мл/ч) было выделено из корневой зоны дикорастущих злаковых растений, растущих на серой лесной почве южной части зоны Полесья. Два штамма diaзотрофов с наиболее высокой нитрогеназной активностью — 1,26 нмоль  $C_2H_4$ /мл/ч было обнаружено в корневой зоне растений, растущих на черноземных почвах Лесостепи и южной части Степи. Однако ассоциантами пшеницы озимой, перспективными для биотехнологических разработок препаратов для сельского хозяйства, оказались только штаммы 083 и 472. Они способствуют накоплению азота в фитомассе и активизации развития растений.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** diaзотрофы, почва, природно-климатические зоны Украины, азотфиксация, корневая зона растений, пшеница озимая.

**Гуменюк И.И.** Реологические особенности изолятов клубеньковых бактерий *Bradyrhizobium* // Агроэкологический журнал. — 2018. — № 4. — С. 93–98.

*Институт агроэкологии и природопользования НААН*  
e-mail: gumenyuk.ir@gmail.com

Показано, что свойства бактериальных экзополисахаридов (ЭПС) позволяют применять их в промышленности для иммобилизации микроорганизмов в гелевых препаратах. В промышленности они могут служить в качестве загустителей, гелеобразователей и стабилизаторов, так как обладают способностью усиливать вязкость растворов. Установлено, что они также способствуют сохранению бактериальных клеток в естественной среде и субстрате биопрепаратов для удобрения сельскохозяйственных культур в течение длительного периода. Изолят LG 2 может образовывать 3,2 г/л

ЭПС, что больше от контрольного штамма инокулянта Ризоактив Р на 13,4%; изолят LG 5 обладал способностью синтезировать ЭПС в количестве 2,8 г/л. Количественное содержание (в %) моносахаридов, их реологические свойства оценивали по площадям пиков на хроматографах. Определены реологические свойства культуральных растворов полученных изолятов клубеньковых бактерий сои LG 2 и LG 5. Полученные изоляты клубеньковых бактерий LG 2 и LG 5 благодаря интенсивному синтезу ЭПС и значительным реологическим свойствам могут быть применены для создания современных препаратов на их основе.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** экзополисахариды, *Bradyrhizobium japonicum*, бобово-ризобияльный симбиоз, соя.

**Марткоплишвили М.М.** Идентификация потоков азота в сельском хозяйстве // Агроэкологический журнал. — 2018. — № 4. — С. 99–103.

*Институт агроэкологии и природопользования НААН*  
e-mail: madleno4ka@ukr.net

Определены потоки обладающих реакционной способностью соединений азота, которые образуются в процессе производства сельскохозяйственной продукции. Рассмотрены потоки азота между пулом «сельское хозяйство» и другими источниками выбросов (бассейнами). Проанализированы выбросы азота из следующих бассейнов: сельское хозяйство; энергетика и топливо; материалы и продукты промышленности; люди и населенные пункты; отходы; атмосфера и гидросфера. Установлены основные источники выбросов химически активного азота из бассейна «сельское хозяйство». Установлено влияние азота на окружающую природную среду и здоровье человека. Разработан алгоритм определения балансов азота для сельского хозяйства. Алгоритм учитывает как обладающий реакционной способностью азот, который образовался в бассейне, и полученный вследствие обмена с другими бассейнами. Проанализировано применение показателя эффективности использования питательных веществ, являющегося обобщением при сравнительной оценке бассейнов азота и потоков азота. Установлена целесообразность использования показателя эффективности использования азота (ЭИА). Установлено, что уровень ЭИА в животноводстве зависит от комплекса показателей: специализации сельскохозяйственного предприятия, видов сельскохозяйственных культур и категорий животных. Баланс азота для определенного хозяйства и ЭИА являются показателями для расчета нагрузки азота на окружающую среду и эффективности использования азотных ресурсов соответственно. Динамика изменения данного ЭИА в комплексе с другими агроэкологическими показателями может использоваться для оценки результативности внедрения на предприятии мероприятий по совершенствованию технологии для снижения экологической нагрузки.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** баланс азота, эффективность использования азота (ЭИА), потоки азота.

---

---

# ABSTRACT

---

---

**Konishchuk V., Yehorova T.** Agroecological zoning of Ukraine // Agroecological journal. – 2018. – No. 4. – P. 6–22.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: konishchuk\_vasyl@ukr.net*

The map of agro-ecological zoning of Ukraine was presented for the first time. Taking into account the data on general physical and geographical conditions, 7 types of soils, hydrothermal coefficient of Selyaninov, level of humidification of the territory, agroecological risks, natural hazards, pollution, basic agricultural specialization of production, 7 zones, 10 sub-zones, 38 regions, and 100 agro-ecological districts have been identified. Depending on the intensity of the manifestation of the risks and environmental characteristics, zonation has been carried out to the level of the area, which is distinguished by characteristic soils, vegetation, homogeneity of pollution, specialization, nature heritage. It is revealed that the most important agroecological problems for significant territories are radiation, technogenic contamination, flat, elastic erosion, salinization, waterlogging and flooding, deflation, karst, landslides, forestry subsidence, etc. The dimensions and contours of the districts are heterogeneous, the largest fragmentation in the Carpathians and Crimea, large areas with homogeneous conditions typical for the Central, Eastern Forest-Steppe, Right Bank, Left Bank Steppe. For most areas, it is recommended to grow cereals, legumes, industrial crops, as well as vegetable growing, horticulture, meat and dairy cattle breeding, pig farming, poultry farming, fish farming, agro tourism. Agro-ecological zoning will promote efficient, environmentally-friendly agricultural production.

**Key words:** agroecology, zone, sub-zone, area, region, mapping.

**Furdychko O., Novytskyi V.** Environmental and geographic features of the influence of wolf groups (*Canis lupus* L.) on background types of deer (*Cervidae*) // Agroecological journal. – 2018. – No. 4. – P. 23–28.

*Institute of Agroecology and environmental management NAAN*

*e-mail: vasily\_nov@ukr.net*

The changes in the dynamics of the number of background species of deer in different regions of Ukraine with the beginning of the XXI century against the background of the dynamics of the number of wolves are studied. Mathematical-statistical relations in the systems of «predator-prey» are characterized. The negative impact of the wolf on the Polissya groupings of European deer ( $E = -1.1$ ) and elk ( $r = -0.835$ ;  $E = -1.2$ ;  $p < 0.001$ ), as well as the

steppe group of deer ( $r = -0.614$ ;  $E = -0.18$ ;  $p < 0.01$ ). The analysis of the number of European roe deer showed its high inverse correlation ( $r = -0.896$ ;  $p < 0.001$ ) with the dynamics of the predator population in Ukrainian Polissya. In addition, per wolf during 15 years of research accounted for 41.6 to 113.1 individuals of roe deer. It was revealed that with a decrease in the number of wolves by 1.6 times, the local roe deer linearly increased by 1.7 times. The calculated elasticity coefficient indicates that the changes were functional in a ratio of 1.0% of predator specimens to 1.1% of specimens of the prey species ( $p < 0.001$ ). So, while reducing the number of wolves per individual, there was a proportional increase in the number of roes by 68.0 individuals ( $E = -1.1$ ;  $p < 0.001$ ) during the averaged year. In the Steppe, with a reduction in the number of wolves per individual here, there was a proportional increase in the number of chamois by 8.5 individuals ( $E = -0.18$ ;  $p < 0.01$ ) during the average year. So, the conditional daily «need» of roe deer per predator reached 0.02 individuals, which in biomass could be 0.02–0.66 kg/day, depending on the live weight of the victim. No reliable statistical relationships were found between the dynamics of the number of wolf and elk and roe deer in the forest-steppe and Carpathian natural zones of Ukraine. It has been established that the density of the wolf in Ukraine is now significantly higher than the corresponding figures in some EU countries, where its numbers are again forced to be adjusted despite the provision of the type of protection status.

**Key words:** wolf, elk, European roe deer, population dynamics, ecological and geographical features, natural zones of Ukraine.

**Chobotko G., Landin V., Yaskovets I., Raichuk L., Shvydenko I.** Radioecologically critical ecosystems and their role in contamination of agricultural production // Agroecological Journal. – 2018. – No. 4. – P. 29–35.

*Institute of Agroecology and environmental management NAAN*

*e-mail: edelvice@ukr.net*

Environmental monitoring and environmental safety monitoring are among the priorities of the Strategy of the State Environmental Policy of Ukraine for the period up to 2020. Therefore, radiation monitoring in the agrarian sector as the main source of regular systematic and organizational information on the radionuclides spatial redistribution and their migration intensity by trophic chains is of particular importance. After all, the consumption of contaminated agricultural products remains the main source of radionuclides in the human body, which determines the main dose of exposure to the population.



The research involves the use of information-analytical, radioecological (radioecological and dosimetric studies), mathematical-statistical methods. Own researches data, public data of the national information base (statistical and stock data), regulations, electronic and printed scientific and reference materials, both domestic and foreign, published results of radiological investigations on the Ukrainian Polissya, etc. were used in the paper. The main factors that influence the radionuclides redistribution in the ecosystem elements and the significance of radionuclide excretion beyond the boundaries have been identified and analyzed. It is established that the common feature of all the critical ecosystems of the Ukrainian Polissya agrolandscapes is a significant impact of both soil (soil type, soil acidity, humus content, etc.) and phytocoenoses characteristics (species and varieties composition, age, stage of plant development, etc.). Analysis of the data obtained from observation of the radionuclides content in different soils types and their incorporation by plants in the radioactive contamination area as a result of the Chernobyl accident has revealed the uneven pace of reduction of the radionuclide accumulation by plants from different soils types. Such uneven decline rates are due to peat and peat-soils high degree of wetting.

**Key words:** critical ecosystems, radionuclides migration, hayfields and pastures, radionuclide transfer factor.

**Palamarchuk R.<sup>1</sup>, Trembitskaya O.<sup>2</sup>, Klimenko T.<sup>2</sup>, Fedorchuk S.<sup>2</sup>, Lesovoy N.<sup>3</sup>** Radioecological state of the soil layer of arable lands in Zhytomyr region // *Agroecological Journal*. — 2018. — No 4. — P. 36–43.

<sup>1</sup> *Zhitomirsky branch of State Institution «Institute of Ukrainian soil protection»*

<sup>2</sup> *Zhytomyr National Agroecological University*

<sup>3</sup> *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

*e-mail: lisova106@ukr.net*

To determine radionuclide contamination density of the soil layer of arable lands, to set the volume of their areas based on the accepted levels of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr pollution values. Methods: field studies were carried out in accordance with the techniques of agrochemical certification of agricultural lands, gamma surveys of the territory, and determination of the specific activity of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in soil samples. <sup>137</sup>Cs activity was determined by spectrometric method using a SEG-05N instrument with the Progress software, and <sup>90</sup>Sr was determined by spectrometric method using an SEB-01 instrument with AK-1 software. During the 29-year post-accident period (1986-2015), the radiation situation of the soil of agricultural land in Zhytomyr region has significantly improved. In 2011–2015 the area of agricultural land of the region with a contamination density of <sup>137</sup>Cs from 37 to 185 and

from 186 to 555 kBq/m<sup>2</sup>; for <sup>90</sup>Sr — from 0.74 to 5.55 and from 5.56 to 111 kBq/m<sup>2</sup> comparing with 2006–2010, has decreased by 1.5 and 0.4% and 36.1 and 2.1%, respectively, with simultaneous growth of areas with contamination density of <sup>137</sup>Cs < 37 kBq/m<sup>2</sup> by 1.9%, and <sup>90</sup>Sr < 0.74 kBq/m<sup>2</sup> by 38.2% or by 1.5 times. The results of studies on the state of agriculture land soil contamination by <sup>90</sup>Sr show that currently the territory based on pollution levels is as follows: <0.74 kBq/m<sup>2</sup> — 621.4 thousand hectares; from 0.74 to 5.55 kBq/m<sup>2</sup> — 213.3 thousand hectares; 5.56 — 111 kBq/m<sup>2</sup> — 11.1 thousand hectares, which is respectively 73.5; 25.2 and 1.3% of the total survey area. The areas of agricultural land with <sup>137</sup>Cs contamination density <37 kBq/m<sup>2</sup> are 89.2%, 37 — 185 kBq/m<sup>2</sup> — 10.3% and 186 — 555 kBq/m<sup>2</sup> — 0.5% of the surveyed volume, and by density contamination with <sup>90</sup>Sr < 0.74 kBq/m<sup>2</sup> is 73.5%, 0.74 — 5.55 kBq/m<sup>2</sup> — 25.2% and 5.56 — 111 kBq/m<sup>2</sup> — 1.3%. It has been established that the decrease in the density of radionuclide contamination in the soil layer of arable land (0–20 cm) is more intense than in other types of agricultural land.

**Key words:** radioactive contamination, radio-caesium, radiostrontium, soil layer, contamination density, monitoring.

**Litvinova O.<sup>1</sup>, Dmitrenko O.<sup>2</sup>, Kovaliova S.<sup>3</sup>** The dynamics of trace elements and heavy metals content in the soil profile of gray forest soil under the long-term use of fertilizers in crop rotation // *Agroecological journal*. — 2018. — No. 4. — P. 43–49.

<sup>1</sup> *National Scientific Center «Institute of Agriculture of NAAS»*

<sup>2</sup> *State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine»*

<sup>3</sup> *Zhytomyr branch of State Institution «Institute of Soil Protection of Ukraine»*

*e-mail: ecolab23071964@ukr.net*

The results of investigations of changes in the content of mobile forms of trace elements and heavy metals under the systematic use of organic and mineral fertilizers in field crop rotation on gray forest soil are given. It was established that the use of fertilizers had little effect on the accumulation of these indicators in the soil relative to the initial state, but the excess of the MPC level was not observed for all elements. The most organoleptic fertilizer system (12 t/ha manure + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>68</sub>) was found to be the most effective both in the processes of accumulation of the most significant microelements in the life of plants and in the creation of a high level of productivity of the crop rotation. Under these conditions, a rational ratio between calcium and magnesium is noted. The use of organic fertilizers, creating conditions for the reproduction of humus stocks and optimization of the structure of hydrocarbons, does not provide optimal parameters for available forms of nutrients in the soil

environment for field crop rotation crops. Application of purely mineral fertilizers at high loads in fertilizer systems is agronomically unworkable.

**K e y w o r d s:** microelements, heavy metals, soil fertility, productivity, crop rotation.

**Ternovy Yu.<sup>1</sup>, Havliuk V.<sup>2</sup>, Parfeniuk A.<sup>2</sup>** Microbiota of rhizosphere of peas under the influence of various technologies of crop cultivating // *Agroecological journal*. – 2018. – No. 4. – P. 50–58.

<sup>1</sup> *Public enterprise «Research farm «Skvyrske» of Institute of Agroecology and Environmental of NAAS»*

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

*e-mail: vereskpar@ukr.net*

This article describes changes in the microflora depending on the variety of peas and its growing technologies. The microflora of rhizospheres of varieties Madonna and Starter under the influence of various technologies of cultivation of culture has been investigated. The risks of agroecology of peas during its vegetation are considered, which leads to increase in the number of phytopathogenic micromycetes in the rhizosphere of the plant. As a consequence, an increase in the spectrum of phytopathogenic fungi leads to the formation of epiphytoses that can accumulate toxins and mycotoxins. The development of epiphytotic species can lead to abrupt changes in the balance of its microbial and environmental pollution. Such violations substantially impair the composition of the soil. The systematic use of synthetic mineral fertilizers leads to depletion of the soil, changes in acidity, deterioration of functional bonds. Increased acidity of the soil prevents the activity of beneficial microorganisms, thus preventing the assimilation of leguminous crops of nitrogen resulting in impoverished soils. The degradation of soils is another negative consequence. The use of organic and biological technologies that increase and regulate microbial diversity in the rhizosphere of plant crops is an alternative methods. In addition, they do not pollute the environment. The regulating factor is an increase in saprotrophic fungi that inhibit the spread of pathogenic species. Saprotrophic species are involved in humus formation. The amount of phytopathogenic fungi in peas agrocenosis is substantially regulated by plants varieties and the technology of its cultivation. The changes of microbial diversity of the rhizosphere, depending on the technologies of growing peas and varieties, are analyzed.

**K e y w o r d s:** rhizosphere, plants, peas, micromycetes, anthropogenic factor, microbiota.

**Tarasiuk S.<sup>1</sup>, Konishchuk V.<sup>2</sup>, Postoienko D.<sup>2</sup>** Ecological and genetic features of the Ukrainian Antoninsko-Zozulenetsky species of scaly carp (*Cyprinus carpio* L.) population // *Agroecological journal*. – 2018. – No. 4. – P. 59–67.

<sup>1</sup> *Institute of Fisheries of NAAS*

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

*e-mail: Dmytroiap@gmail.com*

The main ecological and genetic features of growing in the internal reservoirs of Ukraine of promising populations of the Antonino-Zozulenetsky sparse carp are presented. A morphometric evaluation of the breeding material was conducted. The studied herd is homogeneous, the coefficients of variability are stable and correspond to the normative indexes of Ukrainian flint breed. According to the results of the analysis, the pedigrees were divided into classes, elite groups were isolated, from which the material material was formed for performing carp reproduction. Species-specific features of the genetic structure were revealed by distribution of allelic frequencies by albumin loci, esterase, transferrin. The analysis of the genetic structure showed the specificity of the distribution of allelic frequencies and genotypic composition of the protein loci. An analysis of the variety of genotypes of the studied populations in the context of the farms gave an opportunity to detect specific genotypes according to the transferrin locus, and the lack of some theoretically expected ones, namely TF AB, BB and DD. Specific in Medzhybizh fishpond, the genotypes of TF C<sub>1</sub>C<sub>1</sub> were genotypes for scapular carps, the specifics of the TF C<sub>1</sub>C<sub>2</sub> genotype, Antoninus – AC<sub>1</sub> and AC<sub>2</sub>, were specific for carps from the Staraya Sinyava fishpond. The differences in terms of average heterozygosity are obtained, which makes it possible to control the level of variability in the genetic structure of the studied populations. A statistically significant excess of heterozygotes was found in most loci except TF and EST in the study group. The highest level of heterozygosity in the studied groups of carp is marked by loci ALB (78.8–82.8%) and ME (72.7–82.8 %). The obtained data indicate that the optimal level of genetic heterogeneity (60–71%) in the carps of the «Medzhybizh» and «Antonina» sites is observed in comparison with the «Stara Sinyava» section, where it is the lowest (57%). Data were obtained for the use of individual genetic-biochemical systems for differentiation and the conduct of permanent genetic monitoring of the populations of scaly carp. Promising and ecological safety of carp growing in Ukraine is proved.

**K e y w o r d s:** adaptability, population of Antonino-Zozulenetsky scaly carp, genotype

**Piskun V., Osypenko T., Sikun M.** Milk technology assessment based on greenhouse gas emissions // *Agroecological journal*. – 2018. – No. 4. – P. 68–71.

*Institute of Animal NAAS*

*e-mail: piskun\_v@ukr.net*

The resulted of determination greenhouse gas emissions under the tied maintenance of cattle and

mechanized removal of manure when preparing by-products for using with industrial production of cattle. The determination was made on the basis of the obtained data on the consumed gross energy of different sex and age groups of cattle, which was determined taking into account raw protein, raw fat, crude fiber and nitrogen-free extractives in the feed and biogenic elements of by-products. The determination was made taking into account the amount of food consumed and the yield of by-products. On the basis of the gross energy consumed by the animals and these byproducts, the values of methane emissions, direct and incidental nitrogen emissions were determined, both in absolute values and in the units per one conventional head and CO<sub>2</sub> equivalent per year. With a herd of 703 heads, the consumption of gross energy per day was 1170435.38 MJ. The output of by-products per day is 12.300 kg. The distribution of feeds with the tied content of cows is carried out by the mobile feed distributor KTU-10, directly into the feeding troughs. Manure from the stalls is raked manually into the manure channels, where the TSN-3B transporter is mounted, which removes it from the barn. It was determined that when the animals were tied in the Kharkiv region of Ukraine in the State Enterprise «Gontarovka», the emissions of greenhouse gases during the preparation of organic wastes of industrial milk production amounted to 16640.90 kg in CO<sub>2</sub> equivalent per 1 head, while the annual emissions for the flock were as follows: methane – 8701156.055 CO<sub>2</sub>, and direct and indirect nitrogen emissions – 382.325 CO<sub>2</sub>. The results of the research will form the basis for the analysis of greenhouse gas emissions with various cattle technologies in order to identify technologies that can provide minimum greenhouse gas emissions.

**Key words:** emissions, greenhouse gases, by-product, free-tethered maintenance, cattle, boxes, gross energy.

**Savchuk I.<sup>1</sup>, Melnichuk A.<sup>2</sup>, Stepanenko V.<sup>2</sup>** Heavy metal content in pork under using triticale in rations // Agroecological journal. – 2018. – No. 4. – P. 72–77.

<sup>1</sup> *Institute for Agriculture of Polissia NAAS*

<sup>2</sup> *Zhytomyr National Agroecological University*

*e-mail: valentyna.stepanenko26@gmail.com*

The aim of the scientific work was to study the content of heavy metals in feed and pig production using rations with different content of grain mixtures and to determine their impact on the environmental quality of products. Experimental experiments on pigs were carried out in the conditions of the physiological yard of the Institute of Agriculture Polissya NAAS. We developed balanced rations for feeding young pigs with the addition of varying amounts of triticale to the composition of grain mixtures instead of wheat (% by weight): grain mixture No. 1 – wheat – 75,

lupine – 10, mixed feed – 15; grain mixture No. 2 – wheat – 55, triticale – 20, lupine – 10, mixed feed – 15; grain mixture No. 3 – wheat – 35, triticale – 40, lupine – 10, mixed feed – 15. Researches were conducted to study the accumulation of Pb, Cd, Cu, and Zn in pig-breeding products when for fattening young pigs was used cereal mixtures with addition varying amount triticale to the composition. On the basis of the studies performed, it can be argued that among metals, high migration and deposited activity in the long back muscle is noted Zn, and in the liver – Cu. According to the migration ability of the studied metals, Cd is characterized by significant accumulation properties. Its coefficients of conversion into products of slaughter of pigs were 1.3–4.6 times higher than lead. Established that concentration of Pb, Cu, and Zn in the longest back muscle was significantly lower of permissible concentrations, whereas the contamination level of meat (groups I and II) and liver (groups I and III) Cd exceeded regulatory conditions by 2.0–2.4 concentration and by 24.7–28.7% respectively. Substitution in the cereal mixtures composition 20-40% (by weight) of wheat to similar amount triticale for fattening the young pigs in III zone of radioactive contamination promotes a much smaller transition of Pb, Cd, Cu, and Zn in pork – by 3.27 (group III), 0.55–8.96, 1.15–1.27 and 0.52–7.86% (absolute) respectively.

**Key words:** pigs, concentration, Plumbum, Cadmium, Kuprum, Zinc, longest back muscle, liver, triticale.

**Zhukorskyi O.<sup>1</sup>, Kryvokhyzha Ye.<sup>2</sup>, Osadchuk V.<sup>3</sup>** The study of the phytotoxic effects of alkaline detergent and disinfectant Sanimol L // Agroecological journal. – 2018. – No. 4. – P. 78–81.

<sup>1</sup> *National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine*

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

<sup>3</sup> *Bukovyna State Agricultural Experiment Station of the NAAS*

*e-mail: ye.kryvokhyzha@ukr.net*

The results of research of phytotoxicity of soils polluted with cleaning and disinfecting products for milking and dairy equipment were presented. Study of the product Sanimol L was conducted compared with the available products on the market, in particular, CircoSuper AF and Sulfochlorantin. It was established that when the content of the studied products in soils was 1.0 mg/kg, 10.0 mg/kg and 100.0 mg/kg, there was a gradual decrease in the mass of the maize stalk, on average by 18.8% and its length by 15.9 % compared to control. When the content of products Sanimol L and CircoSuper AF in soils was 1000.0 mg/kg there was a reducing the mass and length of the maize stalk by an average of 12.5% and 25.0%, respectively. The greatest decrease in the mass of the stem by 59.4% and its length by 62.3% was when the content of product

Sulfohlorantin in the soil was 1000.0 mg/kg. After a five-day cultivation of maize seeds in soils with the content of the studied products 1.0 mg/kg and 100.0 mg/kg, it was observed a slight decline in the length of the longest roots by an average of 6.3%. When the content of these products in the soil was 10.0 mg/kg, the length of the longest corn root increased by 8.7%, indicating a stimulating effect on the growth of the root system and the absence of phytotoxicity. When soil was contaminated with products Sanimol L and CircoSuper AF in the amount of 1000 mg/kg, this morphometric index decreased by 12.9% and 21.7%, respectively. The most toxic was the soil with the content of the maximum amount of Sulfohlorantin. In doing so, the length of the longest corn root decreased by 66.9% compared with the control.

**Key words:** detergents disinfectants, sanitary processing, soils contamination, milking equipment.

**Boroday V.<sup>1</sup>, Parfenyuk A.<sup>2</sup>** The prevalence and development of the main potato diseases in Ukraine // Agroecological journal. — 2018. — No. 4. — P. 82–87.

<sup>1</sup> National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

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

e-mail: veraboro@gmail.com

The data of the Department of Phytosanitary Security, Control in Seed Production and Seedling for 2014–2017 about the spread and development of the main potato diseases of bacterial, viral and mycotic etiology were analyzed. Significant increase of potato tuber diseases in recent years has been shown. *Phytophthora infestans* Mont., *Alternaria* spp. and *Fusarium* spp. among the main causative agents of potato were dominant. The putting on storage of potato tubers with diseases the above-mentioned standards leads to a loss of 25.4% of potatoes in spring. The growing of potato diseases injuries during storage increased the aggressiveness of pathogens, a significant amount of latent infection in tubers and soil, especially climate change in Ukraine significantly worsen the quality of planting material, significantly increase the biological contamination of agroecosystems and affect the safety of products. The spread and development of potato plants and tubers were carried out by analytical method of scientific research on the basis of analysis of averaged data on Ukraine of the Department of Phytosanitary Security, Control in Seed Production and Seedling for 2014–2017. Infectiousness and spread of potato diseases during storage, structural composition of the parties placed in storage, identification of pathogens were carried out according to well-known phytopathology techniques. Thus, one of the main factors of biological contamination of agroecosystems with phytopathogens in different agroclimatic zones of Ukraine is the insufficient

amount of high-yield seed material, which is due, first of all, to the reduction of production volumes of seed material grown in favorable conditions with low infectious load, lack of technological regulations for the production of original, elite seeds.

**Key words:** phytopathogenic microorganisms, biological pollution of agroecosystems, distribution, agroecosis, *Solanum tuberosum* L.

**Bunas A.** Monitoring and detection of diazotrophs from biocenosis of different soil and climate zones of Ukraine // Agroecological journal. — 2018. — No. 4. — P. 88–92.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: eko\_911@ukr.net

The diversity of soil microorganisms allowed to select strains with agriculturally valuable features that are not demanding to the conditions of existence, have a high growth rate due to which they are competitive in interactions with other representatives of the soil microbial community, from highly productive natural ecosystems. The results of monitoring and isolation of diazotrophes from soils of different natural and climate zones of Ukraine are presented. The highest amount of nitrogen-fixing bacteria with high nitrogenase activity (0.67–0.94 nmol C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/ml/h) was isolated from the root zone of wild-growing cereal plants growing on the gray forest soil of the southern part of the Polissya area. Two strains of diazotrophs with the highest nitrogen activity of 1.26 nmol C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/ml/h were detected in the root zone of plants growing on the chernozem soils of the Forest-steppe and the southern part of the Steppe. However, only 083 and 472 winter wheat associative strains turned to be available for biotechnological development of preparations for agriculture. They promote the accumulation of nitrogen in phytomass and the activation of plant development. So, monitoring of diazotrophs in various soil-climatic zones of Ukraine and screening highly active for agronomically valuable plant features of strains, as potential bioagents of preparations for use in environmentally safe technologies in agriculture, is one of the priority task of modern agricultural microbiology and agroecology.

**Key words:** diazotrophs, soil and climate zone of Ukraine, nitrogen fixation, winter wheat.

**Gumenuk I.** Rheological features of isolates of Bradyrhizobium nodule bacteria // Agroecological journal. — 2018. — No. 4. — P. 93–98.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: gumenyuk.ir@gmail.com

The properties of bacterial exopolysaccharides allow using them in industry for the immobilization of microorganisms in gel preparations. In industry, they can serve as thickeners, gelling agents and stabilizers,

thanks to their ability to increase the viscosity of solutions. But they also contribute to the preservation of bacterial cells in the natural environment and the substrate of biological products for fertilizing crops for a long period. For a qualitative assessment of exopolysaccharides the bacterial culture was homogenized after washing with physiological saline, and the bacterial cells were centrifuged. As a result, lyophilized exopolysaccharides preparations were obtained. The isolate LG 2 is capable of forming 3.2 g/l exopolysaccharides, which is dominated by the control strain of the inoculant Rizoaktiv R by 13.4% and the isolate LG 5 possessed the ability to synthesize exopolysaccharides in the amount of 2.8 g/l. The quantitative content of monosaccharides was estimated in % by peak areas on chromatographs. It was necessary not only to determine the number of exopolysaccharides, but also to assess their rheological properties. The rheological properties of the culture solutions of the obtained isolates of the soybean nodule bacteria LG 2 and LG 5 were determined. The obtained isolates of the nodule bacteria LG 2 and LG 5 due to the intensive synthesis of EPS and significant rheological properties can be applied to create modern preparations of soybean nodule bacteria.

**Key words:** exopolysaccharides, *Bradyrhizobium japonicum*, legume-rhizobial symbiosis, soybean.

**Martkoplshvili M.** Identification of nitrogen flows in agriculture // *Agroecological journal*. – 2018. – No. 4. – P. 99–103.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: madleno4ka@ukr.net*

The flows of reactive nitrogen compounds, which are formed during the production of agricultural products, are determined. Nitrogen flows between the «Agriculture» pool and other pools were considered. The nitrogen emissions from such pools are analyzed: agriculture; energy and fuel; materials and products of industry; people and settlements; waste; atmosphere and hydrosphere. The main sources of chemically active nitrogen emissions from the «Agriculture» were established. The influence of nitrogen on the environment and human health has been established. An algorithm for determining nitrogen balances for agriculture has been developed. The algorithm takes into account both the amount of reactive nitrogen formed in the basin and what was gained as a result of exchange with other basins. The application of the indicator of the efficiency of the use of nutrients as a generalization in the comparative assessment of nitrogen basins and nitrogen fluxes has been analyzed. The utility of the nitrogen use efficiency (NUE) has been established. It is determined that the efficiency of the use of nitrogen in livestock production depends on a set of indicators — the specialization of an agricultural enterprise, types of agricultural crops and categories of animals. Nitrogen balance for a particular farm and NUE are indicators for calculating nitrogen load on the environment and the efficiency of using nitrogen resources, respectively. The dynamics of the change of this indicator in combination with other agroecological indicators can be used to assess the effectiveness of the implementation of measures at the enterprise to improve the technology to reduce the environmental load.

**Key words:** nitrogen balance, nitrogen use efficiency (NUE), nitrogen flows.



---

---

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

---

---

**Бородай Віра Віталіївна**, кандидат біологічних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: veraboro@gmail.com

**Бунас Альона Анатоліївна**, кандидат біологічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: eko\_911@ukr.net

**Гавлюк Володимир Вікторович**, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: vladnebus@ukr.net

**Гуменюк Ірина Ігорівна**, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: gumenyuk.ir@gmail.com

**Дмитренко Ольга Василівна**, кандидат сільськогосподарських наук, ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», смт Чабани, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., e-mail: ecolab23071964@ukr.net

**Егорова Тетяна Михайлівна**, доктор сільськогосподарських наук, доцент, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: egorova\_geochem@ukr.net

**Жукорський Остап Мирославович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, Національна академія аграрних наук України, м. Київ, e-mail: o\_zhukorskiy@ukr.net

**Клименко Тетяна Вікторівна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Житомирський національний агроєкологічний університет, м. Житомир, e-mail: tatiana.radko@bk.ru

**Ковальова Світлана Петрівна**, кандидат сільськогосподарських наук, Житомирська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Житомир, e-mail: soils@ukrpost.ua

**Коніщук Василь Васильович**, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: konishchuk\_vasyl@ukr.net

**Кривохижа Євген Михайлович**, кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: ye.kryvokhyzha@ukr.net

**Ландін Володимир Петрович**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: vlad\_land@ukr.net

**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, ННЦ «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., e-mail: iznaan@ukr.net

**Марткоплішвілі Мадлена Малхазівна**, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: madleno4ka@ukr.net

**Мельничук Олександр Павлович**, Житомирський національний агроєкологічний університет, м. Житомир, e-mail: pawlovich@ukr.net

**Новицький Василь Петрович**, доктор сільськогосподарських наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: vasiliiy\_nov@ukr.net

**Осадчук Василь Дмитрович**, кандидат сільськогосподарських наук, Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН, м. Чернівці, e-mail: buksaes@meta.ua

**Осипенко Тетяна Леонідівна**, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут тваринництва НААН, м. Харків, e-mail: TanyaOs7109@gmail.com

**Паламарчук Роман Павлович**, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: Zhytomyr@iogu.gov.ua

**Парфенюк Алла Іванівна**, доктор біологічних наук, професор, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: verespar@ukr.net

**Піскун Віктор Іванович**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут тваринництва НААН, м. Харків, e-mail: piskun-v@ukr.net

*Продовження див. на 3-й стор. обкладинки*



**Постоєнко Дмитро Миколайович**, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: Dmytroiap@gmail.com

**Райчук Людмила Анатоліївна**, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: edelvice@ukr.net

**Савчук Іван Миколайович**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут сільського господарства Полісся НААН, м. Житомир, e-mail: isavchuk.zt@ukr.net

**Сікун Микола Володимирович**, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут тваринництва НААН, м. Харків, e-mail: Sikunm@ukr.net

**Степаненко Валентина Миколаївна**, кандидат сільськогосподарських наук, Житомирський національний агроєкологічний університет, м. Житомир, e-mail: valentyyna.stepanenko26@gmail.com

**Тарасюк Сергій Іванович**, Інститут рибного господарства НААН, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, м. Київ, e-mail: Tarasjuk@ukr.net

**Терновий Юрій Вікторович**, доктор сільськогосподарських наук, ДП «Дослідне господарство «Скви́рське» Інституту агроєкології

і природокористування НААН, м. Сквиря, Київська обл., e-mail: Ternowoj@i.ua

**Трембіцька Оксана Іванівна**, кандидат сільськогосподарських наук, Житомирський національний агроєкологічний університет, м. Житомир, e-mail: ksyusha.trembitskaya@gmail.com

**Федорчук Світлана Володимирівна**, кандидат сільськогосподарських наук, Житомирський національний агроєкологічний університет, м. Житомир, e-mail: svetavanasveta@gmail.com

**Фурдичко Орест Іванович**, доктор економічних і сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Інститут агроєкології і природокористування НААН, e-mail: agroecology\_naan@ukr.net

**Чоботько Григорій Михайлович**, доктор біологічних наук, професор, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: chobotko@ukr.net

**Швиденко Ірина Костянтинівна**, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: favor09@ukr.net

**Ясковець Іван Іванович**, доктор фізико-математичних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: ivyask@gmail.com