

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

1•2017

Виходить чотири рази на рік

ЗАСНОВНИКИ

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

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

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

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

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

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

Редколегія не завжди поділяє думки авторів статей

**Журнал друкується і поширюється через мережу Інтернет
за рішенням вченої ради Інституту агроєкології і природокористування НААН
(протокол № 2 від 22.02.2017)
Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 21008-10808 ПР від 15.10.2014**

Підписано до друку 12.03.2017 р. Формат 70×100/16. Друк офсетний.
Ум. друк. арк. 12,58. Наклад 250 прим. Зам. № АЕ-01–17.

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

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

1•2017



КИЇВ • 2017

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

1 • 2017

AGROECOLOGICAL JOURNAL

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief

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

Executive Secretary

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

Output editor

RYZHYKOVA L.

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

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

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

Відповідальний секретар

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

Відповідальний редактор

РИЖИКОВА Л.Г.

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

**РАЦІОНАЛЬНЕ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО
ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**

**Тараріко О.Г., Кучма Т.Л., Ільєнко
Т.В., Дем'янюк О.С.**

Ерозійна деградація ґрунтів України за
впливу змін клімату

Шевчук М.Й., Сергущко О.Г.

Евтрофікація озер Волинської області

**Мороз В.В., Шевчук Н.І.,
Руденко О.М.**

Особливості стану дубових лісових на-
саджень Хмельницької області

**АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ
МОНІТОРИНГ**

Єгорова Т.М.

Біогеохімічні пріоритети агроєкологічних
досліджень

Бєдункова О.О.

Генотоксичний моніторинг водного се-
редовища у нижній течії річки Горинь

**РОДЮЧІСТЬ
І ОХОРОНА ҐРУНТІВ**

**Краснов В.П., Зборовська О.В.,
Ландін В.П., Суховецька С.В.**

Характеристика лісових ґрунтів на мо-
ренних відкладах за різних типів лісо-
рослинних умов

**Лопушніак В.І., Романова С.А.,
Августинівич М.Б.**

Зміна гумусового стану сірого опідзоле-
ного ґрунту за впливу мікробіологічних
препаратів та гумінових добрив у Захід-
ному Лісостепі України

**ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ
АГРОТЕХНОЛОГІЇ**

Стародуб В.І., Ткач Є.Д.

Екологічна оцінка технологій вирощуван-
ня зернових у Правобережному Лісостепі
України

**RATIONAL
NATURAL MANAGEMENT
AND PROTECTION
OF ENVIRONMENT**

**7 Tarariko A., Kuchma T., Ilyenko T.,
Demyanyuk O.**

Soil erosion degradation of Ukraine under
the impact of climate change

16 Shevchuk M., Serhushko O.

Eutrophication of lakes in Volyn region

**21 Moroz V., Shevchuk N.,
Rudenko A.**

Features of oak woodland status in Khmel-
nytsky region

**AGRO-ECOLOGICAL
MONITORING**

28 Yegorova T.

Biogeochemical priorities of agroecological
research

36 Byedunkova A.

Genotoxic monitoring of water pollution in
the lower reaches of the river Horyn

**FERTILITY AND PROTECTION
OF SOILS**

**43 Krasnov V., Zborovska O., Landin V.,
Sukhovetska S.**

Characteristics of forest soils on moraine
deposits under various types of site condi-
tions

**49 Lopushnyak V., Romanova S.,
Avgustinovich M.**

Change of humus condition of grey ashed
soils under the influence of microbiological
agents and humic fertilizer in the western
steppes of Ukraine

**ENVIRONMENTALLY SAFE
AGROTECHNOLOGIES**

54 Starodub V., Tkach E.

Environmental assessment of grain tech-
nologies in the right-bank steppe of Ukra-
ine

Прус Л.І.

Вплив агротехнічних заходів на продуктивність сої

Сучек М.М.

Екологічно безпечні елементи технології вирощування гречки в умовах Поділля

Ретьман С.В., Ключевич М.М.

Хвороби листя тритикале та спельти в Поліссі України

Коломієць Ю.В., Григорюк І.П., Буценко Л.М.

Індукуючий вплив біодобрих на продуктивність рослин томатів і формування мікробіоти ризосфери

Дерех О.І., Оліферчук В.П.

Вплив рекреаційної дигресії лісових екосистем Опілля на видове різноманіття мікроміцетів ґрунту

БІОРИЗНОМАНІТТА ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

Бровко І.С., Чабанюк Я.В., Корецький А.П., Мазур С.В.

Взаємозв'язки між біологічними показниками ґрунту за дії гербіцидів

Чайка О.М., Перетятко Т.Б., Гудзь С.П.

Чисельність еколого-трофічних груп мікроорганізмів Язівського родовища сірки

Копча Н.М.

Стійкість та деструктивна активність мікробіоти плодового саду до сучасних пестицидів

Буждиган О.Я., Баглей О.В., Костишин С.С., Марків Н.М.

Вплив діоксиду карбону і температури на ріст *Ambrosia artemisiifolia* L.

Шавріна В.І., Ткач Є.Д.

Рідкісні рослини сполучних територій екомережі Вінницької області

62 Prus L.

The impact of farming practices on the productivity of soybean

68 Suchek M.

Environmentally friendly elements of buckwheat cultivation technology in terms of Podillia

72 Retman S., Klyuchevych M.

Diseases of leaves in triticale and spelt in Ukrainian Polissia

75 Kolomiets Yu., Hryhoryuk I., Butsenko L.

Bio-inducing effect on the productivity of tomato plants and rhizosphere microbiota formation

82 Derekh A., Oliferchuk V.

The impact of recreational digression of forest ecosystems in Opillia on species diversity of soil micromycetes

BIODIVERSITY AND BIOSAFETY OF ECOSYSTEMS

87 Brovko I., Chabaniuk Ya., Koretskyi A., Mazur S.

The relationship between biological indicators of soil under the action of herbicides

93 Chaika O., Peretyatko T., Gudzy S.

The number of ecological and trophic groups of microorganisms in Yazivske sulfur deposit

101 Kopcha N.

Stability and destructive activity of orchard microbiota to modern pesticides

107 Buzhdyhan O., Bahley O., Kostyshyn S., Markiv N.

The impact of carbon dioxide and temperature on the growth of *Ambrosia artemisiifolia* L.

115 Shavrina V., Tkach E.

Rare plants of ecological network in connecting areas of Vinnytsia region

**Назаровець У.Р., Оліферчук В.П.,
Копій Л.І., Копій М.Л.**

Сукцесії фітоценозів у межах Подорож-
ненського сірчаного кар'єра

Белікова О., Матвєєва Н., Таширев О.

Токсичність незбродженого осаду, отри-
маного після мікробної деструкції орга-
нічних відходів

МЕТОДИКА

**Бойко А.А., Чабанюк Я.В., Бойко О.А.,
Орловський А.В., Мельничук О.П.,
Цвігун В.О.**

Загальний метод виявлення бактерій, їх
фагів та інших патогенів у грибах і рос-
линах

ОГЛЯДОВА

Аристархова Е.О.

Концептуальні аспекти удосконалення
системи екологічного моніторингу по-
верхневих вод

121 **Nazarovets U., Oliferchuk V., Capiy L.,
Capiy M.**

Succession of plant communities within
Podorozhnenskyi sulfur career

128 **Belikova O., Matvieieva N., Tashyrev O.**

Toxicity of unfermented waste residue ob-
tained in microbial destruction of organic
waste

METHODOLOGY

131 **Boiko A., Chabaniuk Ya., Boiko O.,
Orlovskyi A., Melnychuk O.,
Tsvihun V.**

General method of discovering bacteria,
their phages and other pathogens detection
in fungi and plants

REVIEW ARTICLE

134 **Arystarkhova E.**

Conceptual aspects of improving the en-
vironmental monitoring system of surface
waters

РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 631.6.02

ЕРОЗІЙНА ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ ЗА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ

О.Г. Тараріко, Т.Л. Кучма, Т.В. Ільєнко, О.С. Дем'янюк

Інститут агроекології і природокористування НААН

Обґрунтовано актуальність проблеми погіршення якісного стану ґрунтового покриву та неконтрольованого розвитку процесів ерозійної деградації ґрунтів, що підвищує ризики розвитку процесів опустелювання агроландшафтів. Встановлено, що внаслідок дії змін клімату посилюється зливовий характер опадів, який за умов надвисокого рівня насиченості агроєкосистем просапними культурами значно знижує протиерозійну стійкість агроландшафтів. Здійснено оцінку ризику ерозійної деградації ґрунтового покриву внаслідок збільшення частоти екстремальних добових опадів. Наведено результати моделювання із застосуванням рівняння USLE поточних та прогнозних на 2045 р. втрат ґрунту, спричинених водною ерозією, на прикладі типових агроландшафтів зони Лісостепу у межах Канівського та Миронівського районів. Підтверджено, що на територіях, де не вжито ґрунтоохоронних та протиерозійних заходів, прогнозується істотна інтенсифікація ерозійних процесів унаслідок впливу екстремальних погодних умов. З метою адаптації до змін клімату запропоновано впровадити систему протиерозійних заходів на басейнових принципах та інтегрованого управління земельними, водними, біологічними і агресурсами.

Ключові слова: ґрунти, орні землі, ерозійна деградація, агроландшафт, клімат, модель USLE, екстремальні опади.

Нині стало актуальним прогнозувати вплив змін клімату на еволюцію екосистем. Але особливо важливим у цьому аспекті є визначення ризиків для сталого розвитку агроєкосистем, як обумовлено продовольчою безпекою країни. Недосконалість сільськогосподарської практики та управління земельними ресурсами, недооцінка змін впливу природних чинників, у т.ч. змін клімату, створює додаткові ризики погіршення якості ґрунтів, збільшення емісії парникових газів унаслідок їх дегуміфікації, що негативно впливає на біосферні функції ґрунтового покриву та сталий розвиток АПК.

Сільськогосподарські угіддя України становлять близько 19% від загально-

європейських, зокрема орні землі — майже 27%. Площа чорноземних ґрунтів за різними оцінками налічує від 15,6 до 17,4 млн га і у складі сільськогосподарських угідь становить основну частку ріллі. За час проведення земельної реформи площа земель сільськогосподарського призначення зменшилась з 42,0 до 41,5 млн га, а загальна площа лісовкритих земель, навпаки, збільшилась з 10,2 до 10,6 млн га, тобто на 408,8 тис. га [5].

Одним із завдань земельної реформи було розв'язання проблеми раціонального використання та охорони земель сільськогосподарського призначення, що мала стати пріоритетним напрямом державної політики у сфері земельних відносин. Однак після 25-річних перетворень земельних відносин і досі спостерігається стійка

тенденція до погіршення якісного стану ґрунтів. Зокрема, неконтрольованого розвитку набули процеси ерозійної деградації, дегуміфікації, підкислення та виснаження родючості ґрунтів. В умовах змін клімату ці негативні процеси можуть стати додатковим чинником інтенсифікації процесів опустелювання земель та негативно вплинути на продуктивність агроєкосистем. Поряд з тим виконання державних програм, а також робіт з охорони ґрунтів від ерозійної деградації, було фактично призупинено [4].

Ерозійна деградація земель — це процес погіршення їх природних властивостей, що негативно позначається на найбільш уразливих його компонентах, у т.ч. родючості ґрунтів, біорізноманітті, якості поверхневих і ґрунтових вод, а також продуктивності агроєкосистем. В Україні від водної ерозії переважно потерпають землі сільськогосподарського призначення — це площі, що становлять близько 15 млн га, а від вітрової ерозії — близько 5,5–6,0 млн га.

За даними Міжурядової групи експертів з питань змін клімату — МГЕЗК (Intergovernmental Panel on Climate Change), глобальне потепління спричинить збільшення прояву посух. У континентальних районах середніх широт прогнозується також збільшення екстремальних опадів зливого характеру [1]. Своєю чергою зростуть витрати вологи як на поверхневий стік, так і на випаровування. Отже, ключове питання щодо ерозійної небезпеки полягає в майбутніх змінах структури опадів, зокрема це стосується підвищення їх екстремальних значень в різних часових і просторових масштабах. За попередніми оцінками, отриманими за допомогою сучасних кліматичних моделей (Kogan, 1997; Kharin, 2000; Pachauri, 2007), також прогнозується підвищення частоти екстремальних добових опадів щодо загальної їх кількості на більшій частині земної кулі. Все це ставить перед аграрною наукою і сільськогосподарською практикою нові актуальні завдання щодо формування протиерозійної структури агроландшафтів і систем землекористування, адаптованої до сучасних і майбутніх змін клімату.

Важливою складовою процесу оптимізації структури агроландшафтів і систем землекористування є їх агроєкологічна типізація і зонування за ресурсами тепла, вологи, родючості ґрунтів та ризиків прояву ерозійних процесів, що є основними чинниками деградації та опустелювання агроландшафтів [9, 10].

Мета дослідження — аналіз впливу змін клімату, зокрема посилення екстремальних опадів, на ерозійну деградацію ґрунтів, а також розробка заходів з адаптації агроландшафтів до сучасних і майбутніх проявів цих процесів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Одним із найпоширеніших методів просторової оцінки ерозійної деградації є модель USLE (Universal Soil Loss Equation — Універсальне рівняння втрат ґрунту) та його модифікована версія RUSLE (revised USLE), за допомогою яких визначають щорічні втрати ґрунту як залежність від характеру опадів, типу ґрунту, рельєфу, землекористування, а також життя необхідних заходів з їх охорони. Базове рівняння моделі USLE має вигляд [6]:

$$E = R \times K \times LS \times C \times P,$$

де E — втрати ґрунту за рік на одиницю площі; R — ерозійність опадів, K — стійкість ґрунту до ерозії, LS — чинник рельєфу, C — тип землекористування та землеробства, P — заходи з охорони ґрунтів.

Для прогнозування впливу кліматичних чинників на рівень ерозійної деградації ґрунтів у дослідженні була використана стандартна модель USLE, прогнозним параметром якої є поточні та прогнозні значення інтенсивності опадів.

Прогнозні значення зміни кількості опадів були отримані за результатами дослідження, проведеного спільно з Морським гідрофізичним інститутом (м. Севастополь), у якому на основі двох глобальних кліматичних моделей (GFDL — CM3 та Can EM₂) були розроблені проєкції рівня опадів на 2046–2065 рр. порівняно з історичним періодом 1986–2005 рр. Просторовий розподіл змін рівня екстремаль-

них опадів на території України в проекції на середину ХХІ століття (2046–2065 рр.) засвідчив про деяке його зменшення на північному заході (на 4–5 мм/добу) і — збільшення на південному сході країни в літній період (приблизно на таку саму величину). Отже, ерозійна небезпека на Півдні та Сході України від зливових опадів буде збільшуватись. У зоні Полісся фактично у всі сезони року спостерігатиметься збільшення прояву екстремальних опадів у 1,7 раза, з максимумом у літні місяці. У зоні Лісостепу посилення цього явища очікується у літній період, з максимумом у липні. У степовій зоні також прогнозується максимальна кількість екстремальних опадів у літній період, що до 2046–2065 рр. зросте в 1,6 раза порівняно з історичним періодом 1986–2005 рр. [1]. Аналогічна закономірність підтверджується Українським науково-дослідним гідрометеорологічним інститутом. Тому для прогнозу зміни показника ерозійності опадів у моделі було використано коефіцієнт 1,6. Як базовий поточний показник ерозійності опадів (R) для території дослідження

було використано значення $R = 6$, згідно з результатами, отриманими на основі інтерполяції картограм ерозійного індексу опадів [6].

Отже, для території дослідження на основі рівняння USLE було розроблено карти поточного ризику ерозійної деградації ґрунтів та прогнозу зміни рівня їх ерозійної небезпеки у разі збільшення кількості екстремальних опадів на фоні інших сталих параметрів моделі.

Дослідження проводили на прикладі типових агроландшафтів лісостепової зони Канівського р-ну Черкаської обл. та Миронівського р-ну Київської обл., де спостерігаються численні прояви деградаційних процесів: складні форми рельєфу — у Канівському р-ні та високий рівень розораності (близько 85%) — у Миронівському р-ні (рис. 1).

Стійкість ґрунту до ерозії визначали за картою ґрунтів з масштабом 1:100 000 шляхом класифікації за типом ґрунту та гранулометричним складом. Так наприклад, дерново-підзолисті та ясно-сірі лісові ґрунти легкого гранулометричного складу

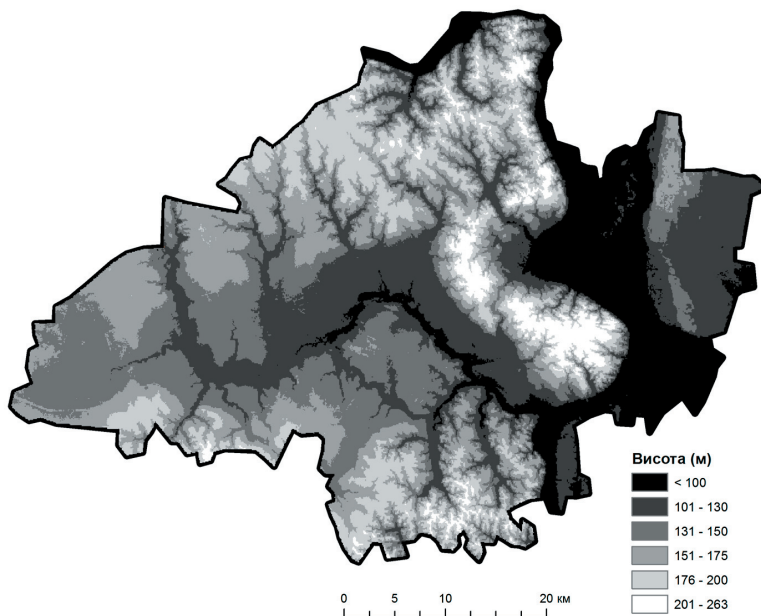


Рис. 1. Цифрова модель рельєфу Канівського та Миронівського районів

мали найнижче значення ерозійної стійкості, а важкосупіщані (легко- та середньоглинисті чорноземи типові та звичайні) — найвище, у діапазоні 1,0–4,0.

Чинник впливу рельєфу, зокрема показник довжини та крутизни схилів, був врахований на основі цифрової моделі рельєфу, створеної за горизонталями топографічних карт з масштабом 1:25 000 та 1:50 000 (рис. 1).

Тип землекористування визначали на основі карти наземного покриття, створеної за результатами дешифрування актуальних супутникових знімків Landsat-8 та Sentinel-1,2 з виділенням таких 10 класів: ліс, лісосмуги, трав'яна рослинність, чагарники, рідколісся, забудова, піски, сільськогосподарські угіддя, водно-болотні угіддя та водні об'єкти. Збільшення в агроландшафтах площі лісомеліоративних насаджень, лук, багаторічних трав, збереження водно-болотних угідь, а також ренатуралізація деградованих меліорованих заплавної землі не лише забезпечує необхідний рівень ландшафтного різноманіття, а й позитивно впливає на регулювання водного режиму, а також сприяє депонуванню вуглецю в навколишньому природному середовищі, що є важливим чинником адаптації агро-екосистем і агротехнологій до змін клімату. Так, за кожним із класів землекористування було закріплено відповідний показник рівня сприяння адаптації до змін клімату (у діапазоні від 0 до 1). Показник рівня впроваджених ґрунтоохоронних заходів визначали за показником щільності позахисних та лісомеліоративних лісосмуг.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Слід наголосити, що ґрунти є невідновлюваним ресурсом, а процес їх регенерації відбувається надзвичайно повільно. Для його посилення необхідними є значні матеріальні витрати і енергетичні ресурси. Тому охорону ґрунтового покриття від деградації слід розглядати, з одного боку, як чинник, що забезпечує збереження природно-енергетичного потенціалу агро-екосистем, а з іншого, як елемент, що може в умовах змін клімату опосередковано

сприяти підвищенню ефективності використання вологи та депонуванню вуглецю у ґрунтове середовище. Тобто у комплексі це сприятиме зменшенню його емісії в атмосферу, що є, як наголошувалося вище, одним із основних чинників адаптації аграрного виробництва до кліматичних змін. У цьому аспекті особливої уваги потребують ерозійно небезпечні території зі значним ризиком неконтрольованих втрат найбільш родючої частини ґрунту — органічної речовини, тобто вуглецю, біогенних елементів та вологи на поверхневий стік.

На фрагменті космічного знімку типового ерозійно небезпечного агроландшафту чітко простежується масштабний характер водно-ерозійних процесів (рис. 2). Світлий колір є характерним для різного ступеня еродованих відмінностей ґрунтів, що становлять близько 50% від загальної площі орних земель досліджуваного ландшафту. На основі цих даних також можна зробити висновок, що аерокосмічні матеріали є важливим інструментом не тільки для моніторингу систем землекористування, але й для поширення інформації про ерозійні процеси у агроландшафтах.

Ерозійні процеси негативно впливають не лише на втрати мінеральної, але й органічної частини ґрунту, що також підсилює інтенсивність її мінералізації подібно до процесу оранки. Внаслідок ерозії порушується верхній шар ґрунту, що спочатку сприяє вивільненню CO_2 з порового і міжпорового просторів, а з посиленням та подальшою тривалістю цього процесу зумовлює мінералізацію органічної речовини, що також супроводжується емісією CO_2 у атмосферу. Отже, під час ерозійних процесів ґрунт втрачає не тільки азот, фосфор, калій, кальцій та мікроелементи, але й вуглець та біоту. Компенсація наслідків деградаційних процесів, у т.ч. дегуміфікації та загального зниження родючості ґрунту, потребує значних додаткових витрат матеріальних ресурсів та енергії, зокрема, внесення вищих доз органічних та мінеральних добрив, впровадження доволі складної та затратної системи протиерозійних заходів.



Рис. 2. Загальний вигляд ерозійно-небезпечного ландшафту (Шполянський р-н Черкаської обл., знімок Sentinel-2, 18.04.2016 р.): 1 — сильно еродований ґрунтовий покрив; 2 — полезахисні лісосмуги; 3 — заліснений яр; 4 — земельні паї; 5 — населені пункти; 6 — ліс

Результати моделювання поточного та прогнозного рівнів ерозійної деградації території Канівського на Миронівського районів (рис. 3 та 4) свідчать, що за недотримання вжиття відповідних ґрунтоохоронних заходів, у т.ч. за відсутності чи деградації полезахисних лісосмуг, а також незбалансованої структури агроландшафту з низькою часткою природних територій,

спостерігається доволі інтенсивна ерозійна деградація ґрунтового покриву.

Результати моделювання водної ерозії та оцінка частки еродованих земель внаслідок дії екстремальних опадів на основі класифікації рівня ерозійної небезпеки відповідно до методики [6] засвідчили про доволі істотне збільшення ступеня еродованості ґрунтів (табл.).

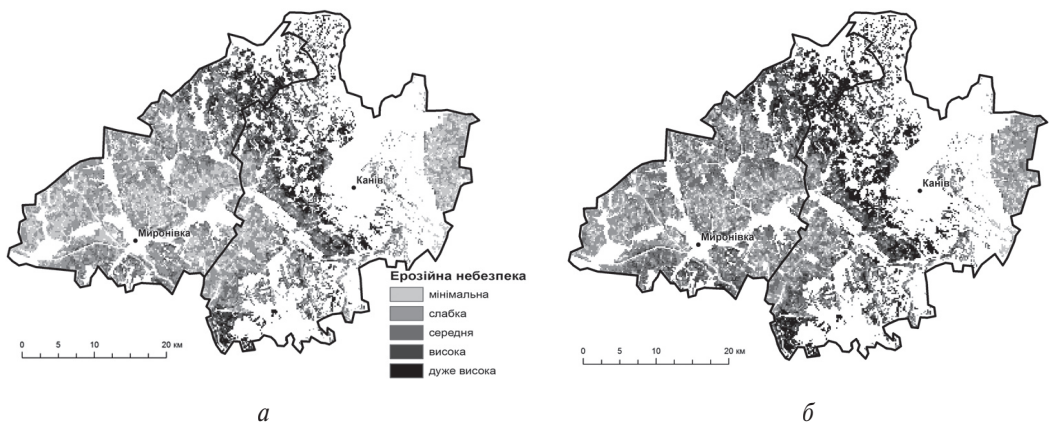


Рис. 3. Результати моделювання ризику ерозійної деградації ландшафту внаслідок прогнозного збільшення рівня екстремальних опадів: а) поточний стан; б) прогноз на 2045 р.

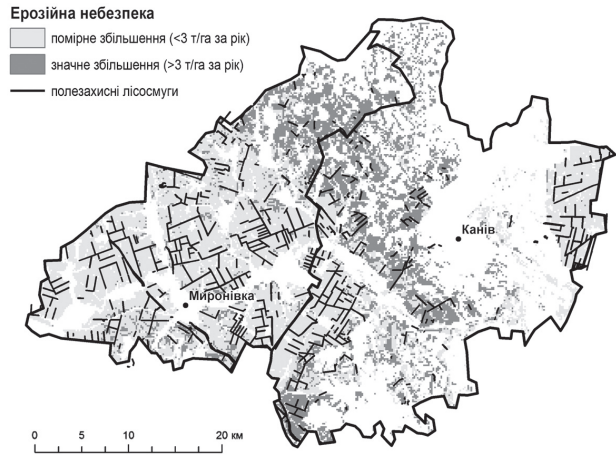


Рис. 4. Прогноз розвитку ерозійної деградації ландшафту за дії екстремальних опадів та мережі полезахисних лісосмуг

Збільшення площ просапних культур у сівозмін (рис. 5) супроводжується інтенсифікацією ерозійних процесів та дегуміфікацією ґрунтів. Тому за підвищення інтенсивності зливових опадів та вітрового режиму на фоні поширення площ посіву просапних культур та фактичного припинення вжиття протиерозійних заходів створюються умови для посилення ерозійної деградації ґрунтів у всіх ґрунтово-кліматичних зонах. Цей прогноз видається ще більш реалістичним для зони Полісся, де зафіксовано низьку протиерозійну стійкість ґрунтів та збільшення площ вирощування

таких інтенсивних культур, як кукурудза, соя і навіть соняшник.

Зменшення площ полезахисних лісосмуг останніми роками, посилення вітрового режиму, розпорошення ґрунту і зниження його протиерозійної стійкості внаслідок значної насиченості сівозмін просапними культурами та дегуміфікації підвищує ризик формування умов для виникнення як водної ерозії, так і катастрофічних пилових (чорних) бур.

Як свідчать багаторічні системні дослідження, найефективнішим розв'язанням проблеми захисту ґрунтів від ерозійної деградації є впровадження контурної організації території сільськогосподарських угідь, виділення водоохоронних та рекреаційних зон у межах водозбірних басейнів, консервації деградованих та малопродуктивних земель з подальшим їх залісненням або залуженням, а також вжиття агротехнічних заходів, у т.ч. оптимізації структури посівних площ і сівозмін, протиерозійних технологій обробітку ґрунту [7, 8].

Створення ґрунто-, водоохоронної структури агроландшафтів залежить, насамперед, від оптимізації співвідношення орних, лучних, лісових, за наявності — водно-болотних угідь та природних поверхневих вод, у т.ч. малих річок, які є важливим

Прогнозування ризику ерозії ґрунтового покриву у межах сільськогосподарських угідь Канівського та Миронівського районів за збільшення кількості екстремальних опадів

Ерозійна небезпека	Втрати ґрунту, т/га за рік	Частка еродованих земель, Канівський р-н, %		Частка еродованих земель, Миронівський р-н, %	
		поточний стан	прогноз на 2045 р.	поточний стан	прогноз на 2045 р.
Мінімальна	<2,0	22,1	9,5	30,9	13,8
Слабка	2,1–5,0	28,5	28,1	43,5	40,3
Середня	5,1–10,0	16,2	18,3	11,6	25,9
Висока	10,1–20,0	12,9	15,5	3,6	7,8
Дуже висока	>20,0	9,8	18,3	1,9	3,9

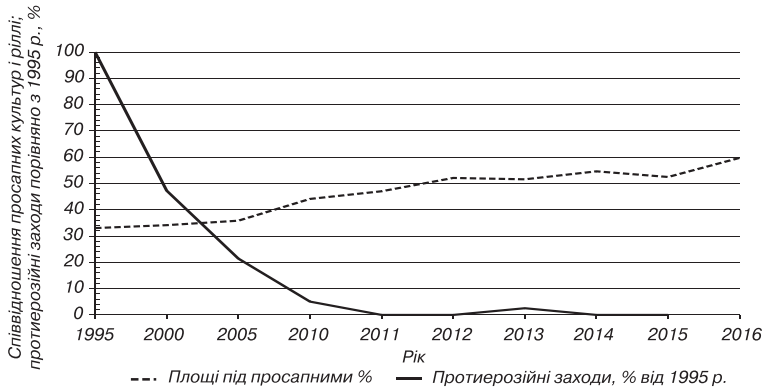


Рис. 5. Загальна закономірність динаміки вжиття протиерозійних заходів та збільшення площ просапних культур за 1995–2015 рр. [3]

елементом сільськогосподарського ландшафту. Як правило, для кожного агроландшафту, у т.ч. водозбірного басейну малої річки, співвідношення згаданих структурних елементів є індивідуальним не тільки щодо їх площі, але й щодо їх оптимального просторового розміщення у межах водозбору. Найрадикальнішим способом оптимізації протиерозійної структури агроландшафтів водозбірних басейнів, зокрема малих річок, є виведення з активного сільськогосподарського використання деградованих, забруднених і малопродуктивних земель під консервацію, з подальшим їх використанням як природних угідь, рекреаційних зон, а також для розширення територій заповідників та заказників, що, загалом, сприятиме зменшенню агротехногенного тиску на сільськогосподарські угіддя.

Чинниками ґрунто- та водоохоронної оптимізації структури агроландшафтів є:

- контурна організація сільськогосподарських угідь в межах водозбірних басейнів річок;
- оптимальна лісистість, у т.ч. наявність полязахисних лісосмуг, що значною мірою забезпечує стійкість агроєкосистем в умовах прояву водної і вітрової ерозії завдяки покращенню не тільки водного режиму території, а й пом'якшенню впливу перепаду температур, тобто підтримання потрібного для агроєкосистем мікроклімату;

- збереження безперервності екологічного каркаса, ландшафтного та видового різноманіття;

- збереження природного стану водно-болотних угідь як центрів накопичення вологи та акумуляції органічної речовини, тобто вуглецю;

- створення буферних водоохоронних та приярусних лісових смуг;

- науково обґрунтована структура посівних площ і сівозмін.

Реалізація цих принципів створює підґрунтя для інтегрованого управління земельними, водними, біо- та агроресурсами, запобігає розвитку водної і вітрової ерозії, непродуктивним втратам вологи на фізичне випаровування та поверхневий стік, а також забезпечує відтворення родючості ґрунтів [8–10].

Для пом'якшення негативного впливу підвищення температури, прояву посушливих явищ, водної і вітрової ерозії необхідно завчасно розробити і поетапно реалізувати адаптаційні заходи як з охорони земель від ерозійної деградації, так і щодо раціонального використання ресурсів вологи. В умовах високої потенційної небезпеки ерозійних процесів ефективним є удосконалення управління поверхневим стоком у межах водозбірних басейнів річок шляхом впровадження ґрунто-, водоохоронної контурно-меліоративної системи землекористування. Широке виробниче

випробування цієї системи в різних ґрунтово-кліматичних умовах засвідчило не лише про її високу природоохоронну, але й про агроекономічну ефективність. Основними її складовими є контурна організація території сільськогосподарських угідь, диференційоване відповідно до рельєфу використання орних земель, застосування гідротехнічних, лісо- та лукомеліоративних заходів у комплексі з агротехнічними та досягнення в сівозмінах бездефіцитного балансу гумусу.

Актуальним за цих умов є удосконалення організаційних принципів оптимізації структури агроландшафтів і систем землекористування на засадах їх контурно-меліоративної організації, що створює умови для системного розв'язання проблеми захисту земель від ерозії. Але за сучасних земельних відносин її реалізація ускладнюється через розпаювання земельного фонду та орендні відносини. Тому нині найдоцільнішим є впровадження контурно-меліоративної організації території на басейнових принципах, наприклад, водозбірною басейну малої річки, де може бути розміщено кілька господарських суб'єктів і типів землекористувань [2]. За таких умов актуальною є не лише узгоджена оптимізація структури агроландшафту і систем землекористування в межах водозбірного басейну, але й розробка системи природоохоронних заходів, у т.ч. з охорони та раціонального використання земельних, водних, біо- і агресурсів.

Одним з найважливіших чинників деградації агроландшафтів і досі залишається значна розораність водозбірних басейнів малих річок, висока інтенсивність ерозійних процесів, безсистемне вжиття протиерозійних заходів, а здебільшого — їх повна відсутність. Зрештою, малі річки в агроландшафтах не тільки замулюються продуктами ерозії, але й забруднюються пестицидами та засмічуються побутовими відходами, особливо в межах сільських поселень, що негативно впливає на навколишнє природне середовище загалом.

Збільшення зливого характеру опадів, а також пришвидшення танення снігу вна-

слідок підвищення температури, потребує удосконалення проектування протиерозійних заходів на басейнових принципах. Необхідно використовувати не ретроспективний аналіз метеоданих, наприклад 10% забезпеченості, а науково обґрунтовані прогностичні оцінки змін клімату з урахуванням підсилення режиму зливових опадів, прискорення танення снігу внаслідок потепління клімату, що особливо властиво для схилів південної експозиції, та швидкості вітру.

ВИСНОВКИ

1. Актуальною є розробка загальнодержавних і регіональних програм з адаптації аграрного виробництва, у т.ч. охорони ґрунтів від ерозійної деградації та опустелювання, до нових кліматичних умов, зокрема збільшення екстремальних опадів. Особливо актуальним у цьому аспекті є розвиток і підтримка сучасних ґрунто- та водоохоронних систем землекористування, що має важливе значення як для гумідних, так і для аридних регіонів країни, де посушливі явища та ерозійна деградація ґрунтового покриву у деякі роки можуть проявлятися на значних територіях.

2. У системі адаптації до змін клімату чільне місце має бути відведено вжиттю проерозійних заходів з відтворення родючості ґрунтів, компенсації втрат гумусу внаслідок насиченості сівозмін просапними культурами та контролю викидів парникових газів за межі агроєкосистем. Особливо важливе значення у цій площині має коригування зональної структури посівних площ і сівозмін у напрямі оптимізації питомої ваги просапних культур і збільшення площ багаторічних трав та кормових культур. Вжиття адаптаційних системних заходів має базуватись на зональній і мікрональній оптимізації структури агроландшафтів і систем землекористування, у т.ч. консолідації земель у межах водозбірних басейнів малих річок на засадах інтегрованого управління агресурсами.

3. Актуальним є відновлення та поглиблення науково-дослідних робіт з удосконалення та адаптації зональних моделей

ґрунто- та водоохоронних контурно-меліоративних систем землекористування на басейнових принципах з урахуванням існуючої небезпеки підсилення зливового характеру опадів і збільшення площ просяпаних культу та просування їх у північну зону Полісся, що характеризується низькою протиерозійною стійкістю ґрунтів. На різних рівнях управління АПК необхідно

розробити план дій щодо поетапної оптимізації структури агроландшафтів у напрямі системного застосування контурно-меліоративної організації території водозбірних басейнів малих річок. Актуальною є і розробка механізму економічного стимулювання землевласників та землекористувачів за вжиття заходів з охорони земель від деградації, а також адаптації до змін клімату.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вишкваркова О.В. Екстремальні опади та їх кліматичні особливості на території України: Автореф. ... дис. канд. с.-г. наук / О.В. Вишкваркова. — Севастополь, 2014. — 15 с.
2. Дегодюк Е.Г. Басейновий підхід в біогеоценозах і агросфері в контексті розвитку систем землеробства у ХХІ столітті / Е.Г. Дегодюк // Землеробство. — 2015. — № 2 (889). — С. 21–24.
3. Держгеокадастр [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://land.gov.ua>
4. Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні / за ред. С.А. Балука та Л.Л. Товажнянського. — Х.: ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії», 2008. — 53 с.
5. Національна доповідь щодо завершення земельної реформи / за наук. ред. Л.Я. Новаковського. — К.: Аграрна наука, 2013. — 48 с.
6. Пічура В.І. Геомодельовання водно-ерозійних процесів у басейні ріки Дніпро / В.І. Пічура //
- Агроєкологічний журнал. — 2016. — № 4. — С. 66–75.
7. Збалансоване управління природно-ресурсним потенціалом агросфери України за принципами Конвенції РІО / О.Г. Тараріко, О.В. Сиротенко, Т.В. Ільєнко, Т.Л. Кучма // Агроєкологічний журнал. — 2015. — № 1. — С. 21–36.
8. Тараріко О.Г. Каталог заходів з оптимізації структури агроландшафтів та захисту земель від ерозії / О.Г. Тараріко, В.М. Москаленко. — К.: Фітосоціоцентр, 2002. — 64 с.
9. Фурдичко О.І. Основи управління агроландшафтами України / О.І. Фурдичко, А.П. Стадник. — К.: Аграр. наука, 2012. — 384 с.
10. Фурдичко О.І. Екологічні основи збалансованого розвитку агросфери в контексті європейської інтеграції України: Монографія / О.І. Фурдичко. — К.: ДІА, 2014. — 432 с.

REFERENCES

1. Vyshkvarkova O.V. (2014). «Extreme rainfall and climatic features of the territory of Ukraine». Abstract of Candidate of Agricultural Sciences. Sevastopol', 15 p. (in Ukrainian).
2. Degodyuk Ye.G. (2015). *Baseynoviy pidkhdid v biogeotsenozakh i agrosferi v konteksti rozvutku sistem zemlerobstva u XXI stolitti* [Biogeocenoses basin approach in the agricultural domain and in the context of farming systems in the twentieth century]. *Zemlerobstvo. Mizhvidomchiiy tematichniiy naukoviy zbirk* [Agriculture. Interdepartmental thematic scientific collection]. No. 2 (889), pp. 21–24 (in Ukrainian).
3. Derzhheokadastr [State cadastre]. Available at: <http://land.gov.ua> (date of appeal 15/02/2017) (in Ukrainian).
4. Ed. Balyuk S.A. and Tovazhnyansky L.L. (2008). *Kontseptsiya okhorony gruntiv vid eroziyi v Ukraini* [The concept of protection of soils from erosion in Ukraine]. Kharkiv NSC «Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry» Publ., 53 p. (in Ukrainian).
5. Ed. Nosakovskiy L.YA. (2013). *Natsional'na dopovid' shchodo zavershennya zemel'noi reformi* [National Report on the completion of land reform]. Kyiv: Agrarna nauka Publ., 48 p. (in Ukrainian).
6. Pichura V.I. (2016). *Geomodelyuvannya vodno-yeroziynikh protsesiv u baseyni riki Dnipro* [Geo-modeling of water-erosion in the basin of the Dnieper]. *Agroyekologichniiy zhurnal* [Agroecology Journal], No. 4, pp. 66–75 (in Ukrainian).
7. Tarariko O.G., Sirotenko O.V., Ilienکو T.V., Kuchma T.L. (2015). *Zbalansovane upravlinnya prirodno-resursnim potentsialom agrosferi Ukraini za printsipami Konventsiyi RIO* [Sustainable management of natural resource potential agrosphere Ukraine on the principles of the Convention RIO]. *Agroyekologichniiy zhurnal* [Agroecology Journal], No. 1, pp. 21–36 (in Ukrainian).
8. Tarariko O.G., Moskalenko V.M. (2002). *Katalog zakhodiv z optimizatsiyyi strukturi agrolandshaftiv ta zakhistu zemel' vid yeroziyi* [Product measures to optimize the structure of agricultural landscapes and protect the land from erosion]. Kyiv: Fitosotsiotsentr Publ., 64 p. (in Ukrainian).
9. Furdychko O.I., Stadnyk A.P. (2012). *Osnovy upravlinnya agrolandshaftamy Ukrainy* [Bases of Ukraine agrolandscapes Management]. Kyiv: Agrarna nauka Publ., 384 p. (in Ukrainian).
10. Furdychko O.I. (2014). *Ekologichni osnovy zbalansovanoho rozvutku agrosfery v konteksti yevropeys'koyi intehratsiyyi Ukrainy: monohrafiya* [Ecological bases agrosphere sustainable development in the context of European integration of Ukraine: Monography]. Kyiv: DIA Publ., 432 p. (in Ukrainian).

ЕВТРОФІКАЦІЯ ОЗЕР ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

М.Й. Шевчук, О.Г. Сергушко

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки

Проаналізовано стан евтрофікації водойм Українського Полісся на прикладі озер Турійського р-ну. Наведено законодавчі акти, що визначають поняття евтрофікації. Відображено водний фонд Волинської обл. у розрізі площинних водних об'єктів — озер, водосховищ та ставків. Висвітлено результати досліджень проблеми заростання та заболочування водойм. Відзначено природні умови формування озер Турійського р-ну та їх вплив на прилеглі території. Розглянуто нові підходи національного законодавства до оцінки екологічного стану водойм або їх частин, що дає змогу визначити наслідки евтрофікації порівняно з екологічним нормативом якості поверхневих вод. Проаналізовано особливості нагромадження донних відкладів у водоймах атмосферно-болотного типу живлення. Розраховано динаміку зміни площі водного дзеркала 11 озер Турійського р-ну для оцінки ступеня і прогнозу їх евтрофікації. Здійснено оцінку антропогенних змін, що відбулись за останні 80 років та запропоновано природоохоронні заходи з відновлення функціонування екосистеми «озеро — заплава» з метою збереження водності.

Ключові слова: озеро, евтрофікація, водна директива, донні відклади, масив поверхневих вод.

Законом України від 04.10.2016 р. № 1641-19 «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом» офіційно впроваджено термін «евтрофікація» як «збільшення вмісту біогенних речовин у водоймі, що викликає бурхливе розмноження водоростей, зменшення прозорості води і вмісту розчиненого кисню у глибинних шарах внаслідок розкладу органічної речовини, сформованої з мертвих рослинних і тваринних залишків» [1]. У документі також йдеться про запобігання евтрофікації та забрудненню водних об'єктів нітратами як про один із комплексних заходів зі збереження водності й охорони їх від забруднення.

Водний фонд Волинської обл. налічує: 268 озер площею 13,1 тис. га, дев'ять водосховищ — 1,96 та 1065 ставків площею 5,4 тис. га [2]. Зважаючи на те що 630 водних об'єктів перебувають у користуванні на умовах оренди, не на всіх водоймах вдається організувати доглядові природоохоронні заходи. Як наслідок, процеси евтрофікації

з різним ступенем інтенсифікації розвиваються в багатьох водоймах регіону.

Метою роботи було проаналізувати стан озер Турійського р-ну для оцінки ступеня і прогнозів їх евтрофікації та запропонувати природоохоронні заходи із збереження їх водності.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження ступеня евтрофікації озер Українського Полісся проводили в 1980–1993 рр. за координації Державного комітету України з геології і використання надр. Детальна розвідка та пошуково-оціночні роботи здійснювали в рамках дослідження донних відкладів озерних водних об'єктів і подальшого перспективного їх використання у сільському господарстві, промисловості та медицині [3]. Близько 10 озер області щодо їх заростання та замулення, зменшення площі водного плеса та ефективного використання сапропелів у подальшому досліджували різні науково-дослідні установи [2]. Для дослідження наслідків евтрофікації ми враховували показники площі водної поверхні лише 11 озер Турійського р-ну на основі: опису польських схем початку XX століття (1935 р.), кальки контурів колективних

сільських господарств (1970–1980 рр.) і сучасних супутникових карт Google. Результати порівняння картографічних матеріалів різних років берегової лінії досліджуваних озер опрацьовували з використанням програмного забезпечення AutoCAD.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз озерності Волинської обл. свідчить, що найбільшою вона є в Шацькому, Ратнівському, Старовижівському та Любешівському районах (табл. 1).

У Турійському р-ні 35 озер здебільшого характеризуються природними умовами формування та впливом на прилеглі території. Також для них є властивими різні гідрографічні та геологічні параметри, що обумовлюють формування водного об'єкта, його донних відкладів, водної та берегової рослинності. На стан водних об'єктів впли-

ває історично сформована інфраструктура навколо водойм, а саме: населені пункти, розораність прибережних та берегових земель під сільськогосподарське виробництво з різним ступенем інтенсифікації. Своєю чергою, стабілізації озерних систем сприяє їх охорона через різні форми заповідності, відсутність господарської діяльності та віддаленість від населених пунктів і автошляхів [4].

За гідрологічним режимом більшість озер є безстічними із замкнутою площею водозбірної території, наприклад, Кошляково та Святе — проточні, а Неретва та Пісочне — стічні. У багатьох з них берегова смуга уздовж всього периметра заросла водно-болотними видами гідрофітів: рогозом, аїром, очеретом, ситником, осокою в глибину 10–40 м від берега (Болотне, Клосььке, Неретва, Окунин, Турійське).

Таблиця 1

Озерність в розрізі адміністративних районів Волинської області

Адміністративні райони	Кількість, од.	Площа, га	Об'єм води, млн м ³	Озерність, %
Володимир-Волинський	8	33,3	0,6	0,03
Горхівський	2	4,6	0,5	0,004
Іваничівський	5	44,2	1,7	0,07
Камінь-Каширський	19	390,3	12,1	0,22
Ківерцівський	10	32,3	2,5	0,02
Ковельський	28	22,8	10	0,01
Локачинський	5	99,4	5	0,14
Луцький	2	5,2	0,1	0,01
Любешівський	13	1510,8	60,1	1,04
Любомльський	18	396,3	24,8	0,27
Маневицький	28	273,7	12,5	0,12
Ратнівський (+2 водосх.)	31	3469,3	74,9	2,41
Рожищенський	11	65,4	2,4	0,07
Старовижівський	25	1158,4	30,3	1,03
Турійський	35	381,4	36,9	0,32
Шацький	30	6549,8	444,6	8,63
Разом	270	14437,2	719	0,72

Різновид берегів за рельєфом є таким: від низьких (Туричанське, Святе) і пологих (більшість озер) — до припіднятих (Велике, Охотники) та з висотою 2–3 м (Мале, Окунин, Неретва). За складом ґрунтів трапляються береги: заторфовані (Гняльбище, Кошляково, Мале, Рудно, Святе, Туричанське, Щуче), суглинкові (Городжене) та піщані (Бережне, Охотники, Пересіка, Турійське). Переважно береги заросли чагарниками, верболозом, вільхою, березою, а подекуди трапляються змішані лісові насадження.

Довкола деяких озер утворились населені пункти, мешканці яких ведуть господарську діяльність безпосередньо на берегах (Велике, Кустичі, Охотники, Селище) або використовують їх під сінокоси (Тагачинське) [4].

Працюючи в напрямі імплементації чинних Директив водного спрямування Європейського Союзу, зокрема Водної Рамкової [5], Україна відповідним законодавчим актом визначила зміст поняття екологічного стану масиву поверхневих вод, а саме: «Поверхневий водний об'єкт або його частина — це інтегрований показник якості масиву поверхневих вод, що визначається за біологічними, гідроморфологічними, хімічними та фізико-хімічними показниками» [1]. Тому моніторингові служби різних відомств мають налагодити систему біологічного та гідроморфологічного моніторингу, що досі були фактично відсутні. Саме такі дослідження нададуть можливість оцінити наслідки евтрофікації за 30 років — з часу останніх комплексних досліджень.

Екологічний стан масиву таких водойм пропонується визначати на основі екологічного нормативу якості води і класифікувати як «відмінний», «добрий», «задовільний», «поганий» або «дуже поганий». Методику віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів доручено затвердити до 1.02.2017 р. центральному органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища,

тобто Міністерству екології та природних ресурсів України. Для оцінки екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод та визначення комплексу водоохоронних заходів центральний орган встановить норматив з науково обґрунтованими значеннями концентрацій речовин та показників якості води (загальнофізичні, біологічні, хімічні, радіаційні). Тобто можна буде оцінити — деградує озеро чи перебуває у стані допустимих процесів розвитку, що безсумнівно матиме визначальний вплив на прийняття рішення щодо відновлення гідрологічної ролі водойми і виділення коштів на виконання комплексу природоохоронних заходів.

Як засвідчують результати наукових досліджень, нагромадження донних відкладів у водоймах атмосферно-болотного типу живлення відбувається одночасно як із донних, так і з поверхневих площ водозбору. Про інтенсивність заростання і заболочування також свідчать результати порівняння картографічних матеріалів берегової смуги озер різних років [4].

За територіальним розподілом чотири озера Турійського р-ну розміщуються у басейні Західного Бугу та підпадають під водозбірний басейн Вісли і Балтійського моря, а 31 — перебуває у басейні річки Прип'ять і відповідає водозбору Дніпра і Чорного моря [6]. Результати наслідків евтрофікації досліджуваних 11 озер відображено в табл. 2.

Антропогенні зміни, що відбулись за останні 80 років, можна характеризувати як:

- посилення природної евтрофікації озер унаслідок обміління, заростання вищою водною рослинністю, тобто зростання темпів їх «старіння»;
- зміну структури поверхні водозбору озер — виключення з неї частки природних територій: лісу, лук, боліт, перехоплення меліоративними каналами частини поверхневого стоку;
- порушення встановленого гідрологічного режиму, зменшення глибини водного дзеркала через вплив прилеглих осушених територій [7].

Таблиця 2

Динаміка площі водного дзеркала озер Турійського району, га

Назва озера	Рік			Сучасні карти Google	Різниця (1935 р. — наш час)	Прогноз деградації за найгіршим варіантом, років
	1935	1980	1993			
Болотне	21,3	11,3	13,1	10,7	–10,6	82
Дольське	21,6	17	19,2	17,0	–4,6	178
Мишно	9,1	3,6	4,3	3,0	–6,1	40
Окунин	20,3	17,6	11,5	11,3	–9,0	64
Охотники	12,3	10	9,7	9,9	–2,4	334
Пересіка	13,4	7,5	11,3	6,9	–6,5	36
Перевірське	20,3	15,5	20,2	17,4	–2,9	141
Пісочне	15,7	11,1	14	9,9	–5,9	55
Погоріле	6,5	5,2	6,9	5,1	–1,4	65
Сомин	123,8	111,1	118,8	94,4	–9,4	89
Туричанське	14	13,7	13	12,0	–2,0	249

Вказані зміни спричинено інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва та хімізацією на площі водозбору озер, посиленням комунальних забруднень у сільській місцевості, збільшенням рекреаційного навантаження на екосистеми.

Результати пошуково-оціночної та детальної розвідки озер засвідчили, що їх екологічний стан продовжує погіршуватися. Для більшості озер евтрофікація набула незворотних процесів, вони втратили гідрологічну роль і поступово заростають, трансформуючись в болота [8].

Отже, за досліджуваний період площа водного дзеркала озер Турійського р-ну скоротилася на 15–65%, у т.ч. за останні 35 років — на 5–35%. За такої динаміки озера площею 10–20 га можуть взагалі втратити звичне водне плесо та повністю перетворитись на болота впродовж наступних 50–80 років. Слід зауважити, що озера Болотне, Пересіка, Перевірське, Пісочне, Погоріле розташовуються в межах природно-заповідного фонду [6]. Процеси їх евтрофікації перебувають «під охороною» держави, що ускладнює вжиття на цих територіях природоохоронних технічних заходів.

ВИСНОВКИ

З огляду на незворотний природний процес у евтрофікованих озерах, необхідно провести детальне дослідження їх стану, надати прогноз відмирання природних водойм, а за необхідності науково обґрунтувати доцільність застосування екологічно безпечних технологій природоохоронних заходів.

Основними заходами з відновлення функціонування антропогенно-зміненої екосистеми «озеро — заплава» є:

- вилучення маси синтезованої первинної органічної речовини у спосіб механічного видалення для господарського використання або заселення риб-меліораторів;
- зменшення маси енергетичних надходжень з поверхні водозбору;
- зменшення площі мілководь за допомогою створення підпору на ділянці розвантаження озера;
- збільшення зовнішньої буферності завдяки збереженню рівня ґрунтових вод;
- реалізація компенсаційних заходів для створення нерестилищ та аерації;
- відновлення часткової або повної проточності озера;

• оптимізація структури суходільних ценозів поверхні водозбору.

Проведення технічної меліорації озер шляхом екскавації донних відкладів є одним з найдієвіших, а нерідко і єдиним способом відновлення замулених

водойм. Забезпечення гідрологічної ролі озер слід розглядати не лише в аспекті охорони і відтворення їх ресурсного потенціалу, але й раціонального використання підводного (донного) ресурсу [9].

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України за станом на 04.10.2016 р. «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом» // Відомості Верховної Ради України. — 2016. — № 46. — С. 780.
2. Річний звіт про діяльність Волинського облводресурсів за 2015 рік з комплексного використання водних ресурсів на території області і проведення на малих річках і водоймах природоохоронних заходів. — Луцьк: Волинське обласне управління водних ресурсів, 2015. — 90 с.
3. Леймунский А.С. Справочник ресурсов сапропеля Украины: в 3 кн. / А.С. Леймунский; кн. I: Волинская область. — К.: Государственный комитет Украины по геологии и использованию недр, 1994. — 193 с.
4. Сергушко О.Г. Наслідки евтрофікації озера Окунин Турійського району / О.Г. Сергушко // Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції студентів і аспірантів «Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень» (17–18 травня 2016 р.). — Луцьк, 2016. — Т. 2. — С. 309–311.
5. Алієв К. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення / К. Алієв. — К., 2006. — 240 с.
6. Химин М. Природно-заповідний фонд Волинської області / М. Химин, В. Тудейко, О. Грицай. — Луцьк: Ініціал, 1999. — 48 с.
7. Гриб Й.В. Антропогенна трансформація та шляхи омолодження озер Волині / Й.В. Гриб, В.В. Сондак // Українське Полісся: вчора, сьогодні, завтра. — Луцьк, 1998. — С. 172–174.
8. Шевчук М.Й. Сапропелі України: запаси, якість та перспективи використання / М.Й. Шевчук. — Луцьк: Надстир'я, 1996. — 384 с.
9. Шевчук М.Й. Природно-ресурсний потенціал озерних екосистем Турійського району Волинської області / М.Й. Шевчук, О.Г. Сергушко // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. — 2016. — № 7. — С. 102–106.

REFERENCES

1. Pro vnesennia zmin do deiakykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shchodo vprovadzhenia intehrovanykh pidkhodiv v upravlinni vodnymy resursamy za baseinovym pryntsyptom: Zakon Ukrainy za stanom na 04.10.2016 r [On amendments to some legislative acts of Ukraine regarding the implementation of integrated approaches to water management by basin principle: Law as at 04.10.2016]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy 11.11.2016* [Bulletin of Verkhovna Rada of 11.11.2016]. No 46, pp. 780 (in Ukrainian).
2. Richnyi zvit pro diialnist Volynskoho oblvodresursiv za 2015 rik z kompleksnoho vykorystannia vodnykh resursiv na terytorii oblasti i provedennia na malyykh rikakh i vodoimakh pryrodookhoronnykh zakhodiv [Annual activity report the Volyn oblvodresursiv in 2015 by the integrated use of water resources in the region and carrying out on small rivers and water bodies environmental measures]. Lutsk: Volyn Regional Department of Water Resources Publ., 2015, 90 p. (in Ukrainian).
3. Leymunskiy A.S. (1994). *Spravochnik resursov sapropelya Ukrainy: v 3 kn. I: Volynskaya oblast.* [Directory of the sapropel resources of Ukraine. In 3 book. Book I. Volyn region]. Kyiv: State committee of Ukraine of geology and subsoil Use Publ., 193 p. (in Russian).
4. Serhushko O. H. (2016). *Naslidky ewtrofikatsii ozera Okunyn Turiyskogo raionu* [The consequences of eutrophication of the Okunyn lake of Turiysk district]. *Materialy X Mizhnarodnoi naukowo-praktychnoi konferentsii studentiv ta aspirantiv Moloda nauka Wolyni: priorytety ta perspektyvy doslidzen* [Proceeding of X International scientific and practical conference of students and postgraduate students «Young science of Volyn: the priorities and perspectives of research»]. Lutsk, Vol. 2, pp. 309–311 (in Ukrainian).
5. Aliyev K. (2006). *Vodna ramkova dyrektyva 2000/60/EU. Osnovni terminy ta vyznachennia* [Water Framework Directive 2000/60/EU. Basic terms and their definitions]. Kyiv, 240 p. (in Ukrainian).
6. Khymyn M., Tuteiko V., Hritsay O. (1999). *Pryrodno-zapovidnyi fond Wolynskoi oblasti* [Natural protected fund of Volyn region]. Lutsk: Initsial, 48 p. (in Ukrainian).
7. Hryb Y.V., Sondak V.V. (1998). *Antropohenna transformatsiia ta shliakhy omolodzhennia ozer Wolyni* [Antropogenic transformation and ways of rejuvenation of lakes of Volyn]. *Ukrainske Polissia: vchora,*

- sohodni, zavtra* [Ukrainian Polissya: yesterday, today and tomorrow]. Lutsk, pp. 172–174 (*in Ukrainian*).
8. Shevchuk M.Y. (1996). *Sapropeli Ukrainy: zapasy, yakist ta perspektyvy vykorystannia* [Sapropels of Ukraine: stocks, quality and perspectives of using]. Lutsk: Nadstyria Publ., 384 p. (*in Ukrainian*).
9. Shevchuk M.Y., Serhushko O.H. (2016). *Pryrodno-resursnyi potentsial ozernykh ekosystem Turiiskoho*

raionu Volynskoi oblasti [Natural and resource potential of the lacustrine ecological systems of Turiysk district of Volyn region] // *Naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky* [Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka Eastern European National University]. No. 7, pp. 102–106 (*in Ukrainian*).

УДК 630.181:574.22

ОСОБЛИВОСТІ СТАНУ ДУБОВИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

В.В. Мороз¹, Н.І. Шевчук², О.М. Руденко³

¹ Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

² Хмельницький національний університет

³ Інститут агроєкології і природокористування НААН

Розглянуто сучасний стан дубових лісових насаджень Правобережного Лісостепу на прикладі Пархомівського лісництва Хмельницької обл. Проведено повіковий аналіз росту дубових насаджень за висотою і діаметром, а також порівняльний аналіз результатів із чинними нормативними таблицями. Здійснено розподіл площ насаджень дуба звичайного за його часткою у складі насаджень в державних підприємствах Хмельницької обл. Встановлено, що в Пархомівському лісництві кількість дерев дуба на одиницю площі є нижчою від оптимального рівня. Отримано емпіричні рівняння, що дають змогу оцінити розвиток дубових насаджень в Хмельницькій обл.

Ключові слова: дуб звичайний, лісистість, лісгоспи, розподіл площ, чинні нормативні таблиці.

У лісових господарствах України найпоширенішою цінною породою залишається дуб звичайний (*Quercus robur* L.). В умовах переходу лісової галузі до ведення господарства на засадах сталого управління лісами нагальною стала проблема підвищення продуктивності дубових лісостанів. Основною перешкодою в його досягненні є те, що деревина дуба широко використовується для господарських і промислових цілей не тільки в Україні, але і за її межами [1].

Як відомо, ліси України сформовано на основі понад 30 видів деревних порід, серед яких домінують сосна (*Pinus sylvestris*), дуб (*Quercus robur*), бук (*Fagus sylvatica*), ялина (*Picea abies*), береза (*Betula pendula*), вільха

(*Alnus glutinosa*), ясен (*Fraxinus excelsior*), граб (*Carpinus betulus*), ялиця (*Abies alba*) (рис. 1).

Друге місце щодо кількісного складу у лісах України після сосни звичайної займає дуб звичайний. У межах країни найсприятливішими за кліматичними і ґрунтовими умовами для його розвитку є Поділля України (Правобережний Лісостеп), що охоплює Вінницьку обл., частину Тернопільської і Хмельницької областей. У межах цього регіону лісові насадження становлять близько 39,2% від загальної лісистості України (рис. 2).

Дуб звичайний у Подільському регіоні становить 40% від усіх лісових насаджень. Згідно з аналізом Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького

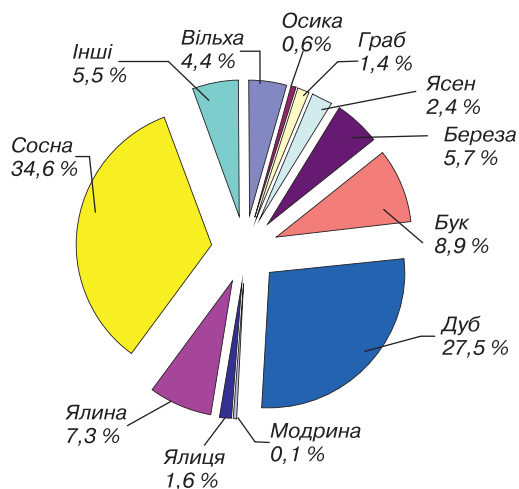


Рис. 1. Розподіл площі лісів України за переважаючими деревними породами (згідно з даними Державного агентства лісових ресурсів України)

(УкрНДІЛГА), рівень такої лісистості є незадовільним. Він має становити для Тернопільської обл. 19,8%, Хмельницької — 17,2 і Вінницької — 14,9%, аби бути оптимальним.

Мета роботи — з'ясувати нинішній стан лісових насаджень, провести аналіз щодо можливості збільшення території під цінні лісові породи.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Аналіз сучасного стану лісових насаджень і відбір типового лісового господарства здійснено на основі даних лісового фонду Державного агентства лісових ресурсів та лісівничо-таксаційних описів лісових господарств Хмельницької області.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Структура ґрунтового покриву Хмельницької обл. характеризується глибокими

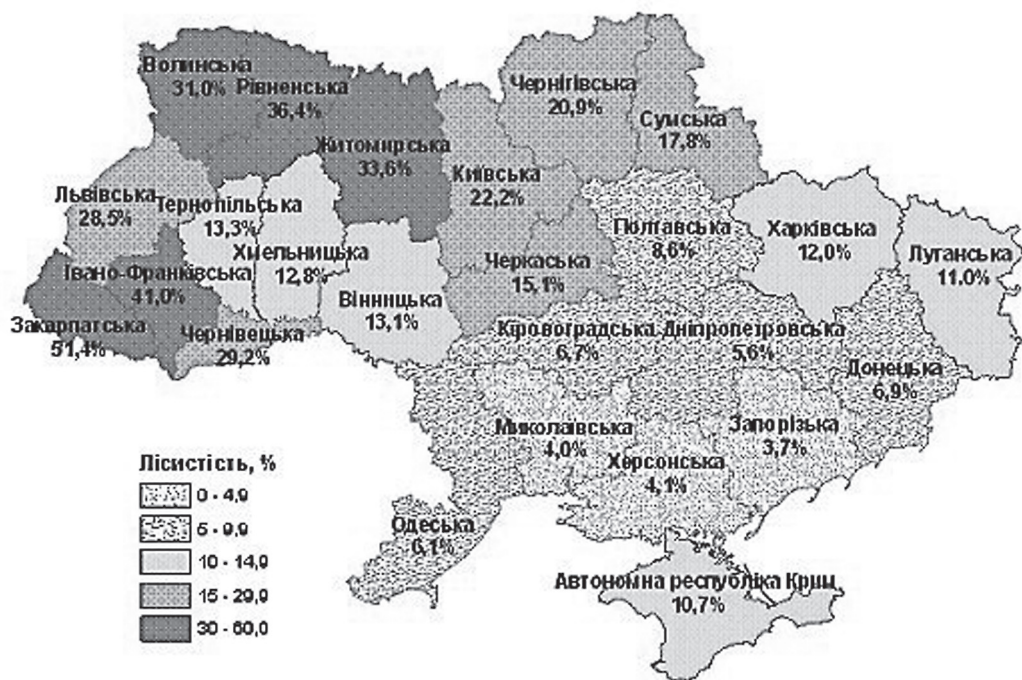


Рис. 2. Лісистість адміністративних областей (згідно з даними Державного агентства лісових ресурсів України)

Таблиця 1

Площа лісового фонду державних підприємств Хмельницької області станом на 01.01.2012 р.

Підприємство	Загальна площа лісгоспу, тис. га	Площа під культурами дуба звичайного, тис. га
ДП «Ізяславський лісгосп»	24,8	4,9
ДП «Кам'янець-Подільський лісгосп»	25,4	15,7
ДП «Летичівський лісгосп»	15,1	9,6
ДП «Новоушицький лісгосп»	11,7	4,3
ДП «Славутський лісгосп»	22,7	4,2
ДП «Старокостянтинівський лісгосп»	17,5	10,9
ДП «Шепетівський лісгосп»	35,9	9,7
ДП «Ярмолинецький лісгосп»	19,1	12,2
ДП «Хмельницьке ЛМГ»	12,9	9,0
Всього	185,2	80,7

чорноземами, темно-сірими, опідзоленими ґрунтами та чорноземами опідзоленими, лучними чорноземами, під якими зайнято 1254,3 тис. га, що становить 60,8% угідь області [2].

Ліси вкривають 13% загальної території області. Площа під лісами у Придністров'ї становить 17%, Хмельницькому Побужжю — 15, Північному Поділлі — 12% від загальної лісовкритої площі [2].

Для визначення модельного лісництва як об'єкта для подальших досліджень нинішнього стану дубових лісонасаджень у вказаному регіоні нами здійснено оцінювання функціонуючих державних лісових господарств [3]. Згідно з офіційними даними, у Хмельницькій обл. налічується дев'ять лісгоспів — державних підприємств (ДП): Ізяславське, Кам'янець-Подільське, Летичівське, Новоушицьке, Славутське, Старокостянтинівське, Шепетівське, Ярмолинецьке та Хмельницьке, загальна площа яких становить 185,2 тис. га. Увагу було зосереджено на насадженнях з дуба звичайного, площа яких у вказаних підприємствах становить 43,6% від загальної земельної площі (табл. 1).

На основі даних розподілу площі під культурами дуба звичайного у державних підприємствах виконано статистичний

розподіл величин і отримано варіаційний ряд (рис. 3).

Згідно із гістограмою (рис. 3), земельні площі, що відносяться до середньостатистичного значення [4, 5], під культурами дуба звичайного становлять 7–11 тис. га. Таку площу займають ДП: Летичівське, Старокостянтинівське, Шепетівське та Хмельницьке. Наближеним до показника середнього значення 8,94 є ДП «Хмельницьке ЛМГ».

Найбільшу частку дубових лісонасаджень від загальної площі державного підприємства становлять такі ДП: Хмель-

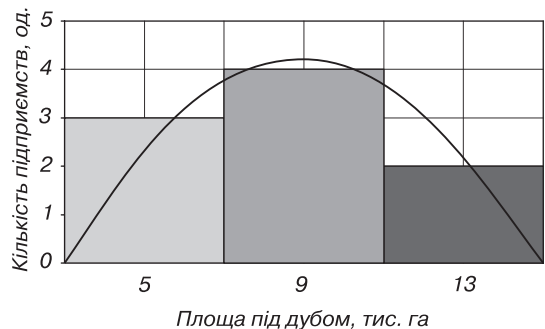


Рис. 3. Крива нормального розподілу (Гауса) земельної площі під культурами дуба звичайного за державними підприємствами Хмельницької обл.

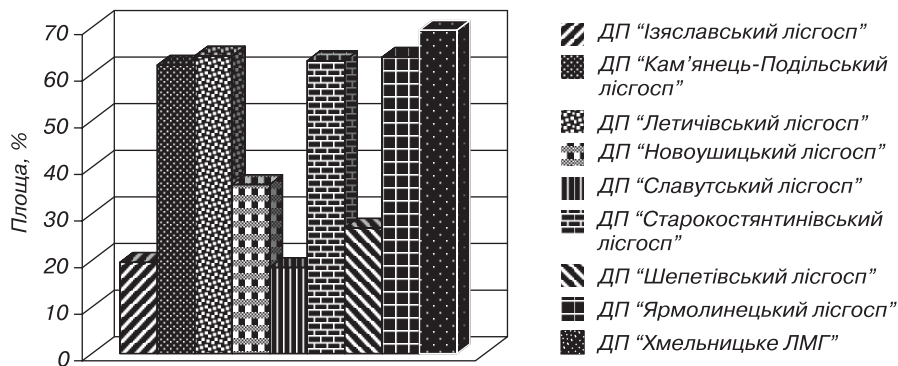


Рис. 4. Частка насаджень дуба звичайного від загальної площі державного підприємства

ницьке — 69,9%, Летичівське — 63,9, Яромиринецьке — 63,6, Старокостянтинівське — 62,9, Кам'янець-Подільське — 61,9% (рис. 4). Саме ці лісові господарства надають пріоритетну роль вирощуванню культур дуба звичайного, в інших господарствах ця частка варіює у межах 19–36%.

З огляду на отримані дані вважаємо, що наші подальші дослідження слід зосередити на ДП «Хмельницьке ЛМГ», в якому вирощуванню культур дуба звичайного надають пріоритетну роль. До цього підприємства належать чотири лісництва, а саме: Хмельницьке, Червонозірське, Михайлівське і Пархомівське. Земельну площу, яку займають насадження дуба звичайного у цих господарствах, наведено у табл. 2.

Згідно із показниками розподілу земельних площ у лісництвах під культурами дуба звичайного, здійснено статистичний розподіл їх величин (табл. 3).

За отриманими статистичними значеннями можна зробити висновок, що показник крутості (E) має плосковершинний

розподіл. Коефіцієнт асиметрії (A) — помірний. Коефіцієнт варіації (V) становить 41%, що свідчить про неоднорідну сукупність деревостану. Середнє арифметичне значення становить 2,25, найближчим до цього показника є Пархомівське лісництво — площа під культурами дуба звичайного становить 2,57 га. За результатами аналізу лісових господарств Хмельницької обл. нами було вибрано для подальшого дослідження Пархомівське лісництво, що є типовим для регіону за своїми характеристиками. Якщо розглядати відсоткове співвідношення розподілу площі під культурами дуба, то вказане лісництво підтверджує наш вибір (рис. 5).

Нами було визначено динаміку змін висоти дубового деревостану з його віком у лісових насадженнях Пархомівського лісництва. Результати були апроксимовані і отримано емпіричне рівняння, яке можна в подальшому використовувати для прогнозування зміни висоти дерев дуба з віком (рис. 6).

Таблиця 2

Розподіл земельної площі під культурами дуба звичайного у лісництвах ДП «Хмельницьке ЛМГ»

№ пор.	Лісництво	Площа, га
1.	Хмельницьке	1,28
2.	Червонозірське	1,78
3.	Михайлівське	3,37
4.	Пархомівське	2,57

Таблиця 3

Статистична характеристика розподілу земельної площі під культурами дуба звичайного за державними підприємствами Хмельницької області

№ пор.	Показники	Значення
1.	N (загальна кількість підприємств)	4
2.	$X_{\text{ср}}$ (середнє значення)	2,25
3.	m (середня похибка)	0,46
4.	D (дисперсія середнього значення)	0,84
5.	σ (стандартне відхилення)	0,92
6.	A (коефіцієнт асиметрії)	0,37
7.	E (ексцес)	-1,60
8.	min (мінімальне значення)	1,28
9.	max (максимальне значення)	3,37
10.	V (коефіцієнт варіації)	0,41

Згідно з показниками (рис. 6), ріст насаджень дуба звичайного збільшується до досягнення ним 115 років, а потім припиняється.

За результатами порівняльного аналізу висоти дуба звичайного з офіційними показниками таблиць «Ходу росту повних штучних дубових деревостанів на Україні» [6, 7], за першим класом бонітету встановлено певне розходження. У віці 15 років висота існуючих насаджень на 21% більша, ніж вказано в чинних нормативних таблицях, а у віці 115 років ця різниця нівелюється і у віці 125 років становить менше 5% (рис. 7).

Також було проаналізовано зміну діаметра насаджень дуба звичайного за віком (рис. 8), що свідчить про його збільшення. У ході аналізу отримано емпіричне рівняння, яке можна використовувати для оцінки зміни діаметра дерев з віком.

Отже, дубові насадження Пархомівського лісництва у віці 115 років припиняють свій ріст, але — продовжують свій приріст за діаметром.

За таблицями «Ходу росту повних штучних дубових деревостанів на Україні» [6, 7] нами проаналізовано за першим класом бонітету і типом лісорослинних умов (D2) динаміку зміни

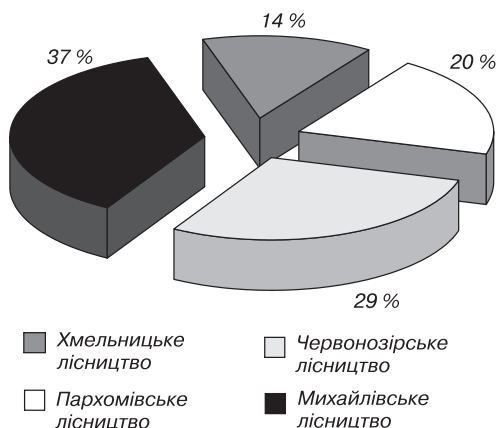


Рис. 5. Земельна площа під культурами дуба звичайного у лісництвах ДП «Хмельницьке ЛМГ»

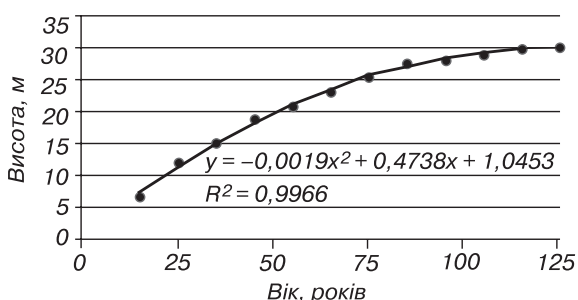


Рис. 6. Динаміка зміни висоти культур дуба звичайного з віком у Пархомівському лісництві ДП «Хмельницьке ЛМГ»

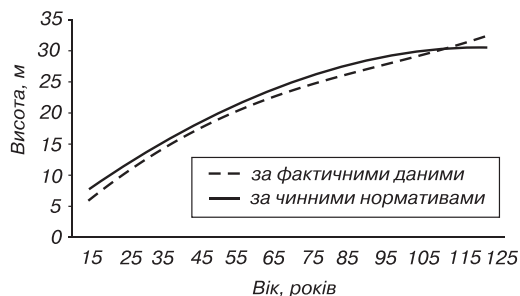


Рис. 7. Повіковий аналіз росту культур дуба звичайного за висотою у Пархомівському лісництві ДП «Хмельницьке ЛМГ»

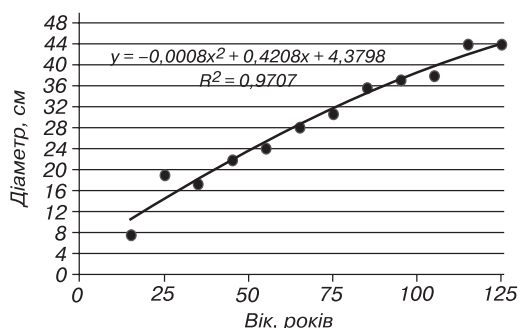
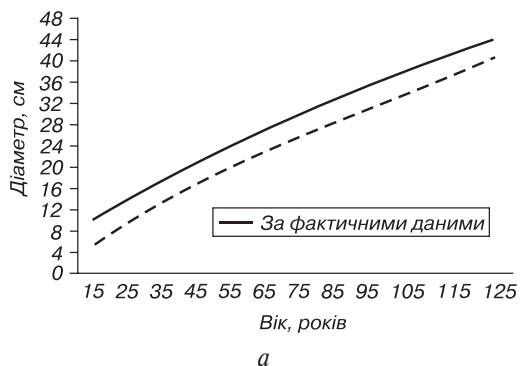


Рис. 8. Динаміка зміни діаметра культур дуба звичайного з віком у Пархомівському лісництві ДП «Хмельницьке ЛМГ»

діаметра з віком між вказаними даними і результатами емпіричних рівнянь (рис. 9-а).

За результатами аналізу встановлено, що у віці 15 років діаметр дерев у насадженні лісництва на 46% був більшим, ніж



вказано у чинній нормативній таблиці, а у віці 125 років ця різниця становить 8%.

За лісотаксаційним описом Пархомівського лісництва нами проаналізовано зміни запасу стовбурів дуба за віком насадження на одиницю площі. Отримані результати апроксимовано степеневим рівнянням (рис. 9-б).

Під час визначення розподілу запасу насаджень на одиницю площі за віком встановлено розбіжність фактичних даних з чинними нормативами. Фактичні дані були на 30–60% меншими від чинних нормативів, що значною мірою зумовлено недостатньою кількістю дерев дуба звичайного на одиницю площі.

Аналіз розподілу площ дуба звичайного у складі насаджень Пархомівського лісництва свідчить про те, що більша частка земельних площ належать ділянкам, на яких дуб звичайний становить лише 40% у складі інших порід (рис. 10).

Зважаючи на отримані дані (рис. 9, 10) слід зауважити, що у Пархомівському лісництві є можливість збільшити кількість дерев дуба звичайного завдяки розширенню земельних площ під його насадження.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що у лісгоспах Хмельницької обл. вирощуванню дуба звичайного надано пріоритетну роль — в лісонасадженнях його частка становить у середньому 47% від загальної лісової площі. Аналіз розподілу площ дуба звичайного за його част-

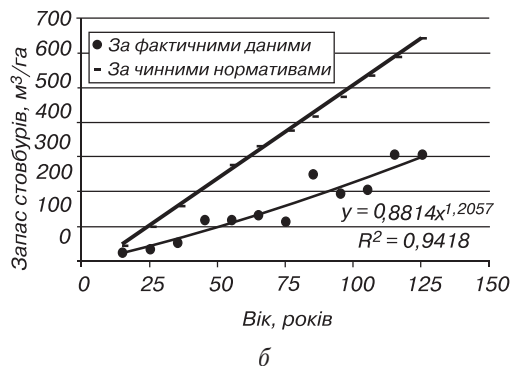


Рис. 9. Повіковий аналіз: а) ходу росту дубових насаджень за діаметром, б) запасу стовбурів на одиницю площі у Пархомівському лісництві ДП «Хмельницьке ЛМГ»

кою у складі насаджень свідчить, що значні земельні площі належать ділянкам, на яких вказаний вид займає лише 40% від складу інших порід. Запас насаджень за його віком виявив недостатню кількість дерев виду на одиницю площі, що надає можливість збільшити їх кількість до оптимального значення. Апроксимація фактичних даних з чинними нормативами засвідчила, що у молодому віці висота дерев існуючих лісо-насаджень збільшується на 21%, а діаметр на 46%. У віці стиглості припиняється ріст дуба звичайного і стає на 5% меншим, ніж вказано у чинних нормативних таблицях, а діаметр, навпаки, збільшується на 8%. Під час аналізу зміни біометричних показників з віком деревостану отримано емпіричні рівняння, які надають змогу оцінити роз-

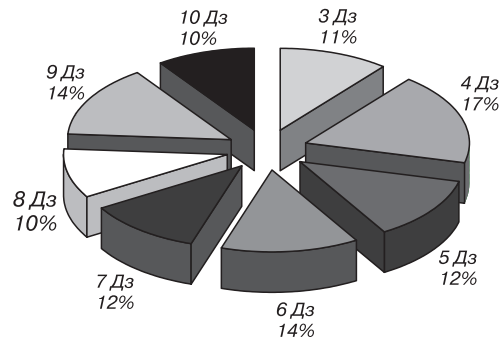


Рис. 10. Розподіл площі культур дуба звичайного (Дз) за його часткою у складі насаджень

виток дубових насаджень у Хмельницькому обл.

ЛІТЕРАТУРА

1. Швиденко А.Й. Лісознавство: [підручник] / А.Й. Швиденко, Б.Ф. Остапенко. — Чернівці: Зелена Буковина, 2001. — 352 с.
2. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика: Для инженеров и научных работников / А.И. Кобзарь. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 816 с.
3. Інструкція з впорядкування лісового фонду України. Польові роботи / [С.Д. Неретін, І.Ф. Чигляєв, А.Д. Заремський та ін.]. — Ірпінь, 2006. — 75 с.
4. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии / А.З. Швиденко, А.А. Строчинский, Ю.Н. Савич, С.Н. Кашпор. — К.: Урожай, 1987. — 560 с.
5. Кашпор С.М. Лісотаксацийний довідник / С.М. Кашпор, А.А. Строчинский. — К.: Урожай, 2012. — 507 с.
6. Наконечний В.С. Продуктивність дубових насаджень Кам'янець-Подільського лісгоспзагу / В.С. Наконечний, П.І. Герасименко, В.М. Орлов // Ліси Хмельниччини та їх народногосподарське значення. — Львів: Каменяр, 1979. — С. 51–55.
7. Статистические методы обработки эмпирических данных / В.А. Грешников, Б.Н. Волков, А.И. Кибарев, Д.Б. Плещачева. — М.: ВНИИМНМАШ, 1978. — 232 с.

REFERENCES

1. Shvydenko A.Y., Ostapenko B.F. (2001). *Lisoznavstvo: pidruchnyk* [Forestry: [textbook]]. Chernivtsi: Zelena Bukovyna Publ., 352 p. (in Ukrainian).
2. Kobzar A.I. (2006). *Prikladnaya matematicheskaya statistika: Dlya inzhenerov i nauchnykh rabotnikov* [Applied Mathematical Statistics: For engineers and scientists]. Moskva: FIZMATLIT Publ., 816 p. (in Russian).
3. Neretin S.D., Chyhliayev I.F., Zaremskyi A.D. (2006). *Instruktsiia z vporiadkuvannia lisovoho fondu Ukrainy. Polovi roboty* [Instructions for ordering the forest fund of Ukraine. Field work]. Irpin Publ., 75 p. (in Ukrainian).
4. Shvidenko A.Z., Strochinskiy A.A., Savich Yu.N., Kashpor S.N. (1987). *Normativno-spravochnye materialy dlya taksatsii lesov Ukrainy i Moldavii* [Regulatory and reference materials for the forest inventory Ukraine and Moldova]. Kiev: Urozhay Publ., 560 p. (in Russian).
5. Kashpor S.M., Strochynskiy A.A. (2012). *Lisotaksatsiyni dovidnyk* [Latakiene reference]. Kyiv: Urozhai Publ., 507 p. (in Ukrainian).
6. Nakonechnyi V.S., Herasymenko P.I., Orlov V.M. (1979). *Produktyvnist dubovykh nasadzen Kamianets-Podilskoho lishospzahu* [Performance oak plantation forestry enterprise Kamenetz-Podolsk]. *Lisy Khmelnychchyny ta yikh narodnohospodarske znachennia* [Khmelnitsky forests and their economic importance]. Lviv: Kameniar Publ., pp. 51–55 (in Ukrainian).
7. Greshnikov V.A., Volkov B.N., Kibarev A.I., Pleskacheva D.B. (1978). *Statisticheskie metody obrabotki empiricheskikh dannykh* [Statistical methods for processing of empirical data]. Moskva: VNIINMASH Publ., 232 p. (in Russian).

БІОГЕОХІМІЧНІ ПРІОРИТЕТИ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Т.М. Єгорова

Інститут агроекології і природокористування НААН

Узагальнено теоретичні засади біогеохімічних досліджень агросфери. Розглянуто прикладні напрями агроекологічного аналізу земель сільськогосподарського призначення у площині теорії та методології біогеохімії. Наведено концепцію біогеохімічних досліджень агросфери за формування біоцентричного сільського господарства. Визначено основні напрями біогеохімічних досліджень земель сільськогосподарського призначення, а саме: впровадження загальних методів їх біогеохімічного аналізу, вивчення біогеохімічних циклів хімічних елементів та диференціація їх природної і агрогенної складових. Сформульовано основні методичні принципи біогеохімії, що дають змогу забезпечити об'єктивність і достовірність результатів досліджень стосовно поширення хімічних елементів у ґрунтах і живій речовині сільгосппродукції та їх впливу на здоров'я населення.

Ключові слова: біогеохімія, агросфера, біогеохімічні цикли, агроекологія, біофіли, природні і антропогенні процеси.

Нині господарська діяльність людства супроводжується постійним втручанням у природні процеси біосфери — від озонового шару атмосфери до кілометрових глибин літосфери. Наприкінці ХХ ст. деякі частини біосфери втратили можливість до самовідновлення своїх біоценотичних особливостей, що сформувало певні екологічні проблеми глобального і регіонального рівнів. Констатуючи фізико-хімічний взаємозв'язок між вирубкою лісів на р. Амазонці і змінами клімату в Європі, неоекологія орієнтується переважно на констатацію конкретних наслідків локального рівня, що дає змогу підтримувати ілюзію відповідного їх вирішення. Щодо земель сільськогосподарського призначення, досліджується широке коло екологічних проблем, від глобального до локального рівня, розв'язати які можливо лише на теоретичних і методологічних засадах біогеохімії — науки про процеси міграції і розподілу хімічних елементів між живою і косною речовиною біосфери.

До прийняття міжнародної концепції збалансованого природокористування в Україні, як і інших державах, панувала концепція антропоцентричного господарювання. У 90-ті роки ХХ ст. світ доволі повільно, але невідворотно, почав переходити до формування і розвитку різних форм біоцентричної господарської діяльності. Це означає, що матеріальні потреби населення мають поступитися місцем пріоритетам збереження довкілля та генофонду біосфери для майбутніх поколінь. Важливою умовою формування біоцентричного сільського господарства є виявлення біогеохімічних закономірностей у функціонуванні агросфери та якості сільськогосподарської продукції як провідного чинника безпечності життя загалом.

Біогеохімія є науково-практичною частиною вчення В.І. Вернадського про біосферу, що визначає фундаментальну теорію і методологію природничих наук, пов'язаних із живою речовиною довкілля [1]. Саме взаємодія біогенної (живої) і абіогенної (косної) речовин підтримує «геохімічну організованість біосфери»

та відповідну їй стабільність. Вчений наголошував, що лише біогеохімічні цикли (міграції хімічних елементів між живою і косною речовиною) можуть пояснити поширення, зокрема у ґрунтах, більшості хімічних елементів Землі. Учні В.І. Вернадського обґрунтували і розвинули прикладні напрями біогеохімії, в основу яких покладено взаємообумовленість ланцюга «гірські породи — води — ґрунти — жива речовина рослин і тварин — захворюваність населення» [2, 3]. Було доведено, що незбалансованість біогеохімічних ланцюгів зумовлює часові коливання вмісту хімічних елементів та їх перерозподіл між компонентами територіальних (ландшафтних) систем унаслідок дії як природних процесів (ерозія ґрунтів, ґрунтоутворення, еволюція біоценозів тощо), так і антропогенних (техногенне забруднення, зміни гідродинамічного режиму, агротехнічна і агрохімічна меліорація ґрунтів тощо).

Незважаючи на це, більшість фундаментальних теоретичних та методологічних складових вчення В.І. Вернадського про біосферу залишається в Україні за межами уваги агроекології як науки та аграріїв-практиків зокрема. Головна небезпека ігнорування цих питань полягає у тому, що послаблюється увага до біосферної організованості і взаємозалежності всіх частин агросфери. Втрачається різниця між особливими та спільними рисами кожної ділянки земель сільськогосподарського призначення, а також можливість виявлення синергетичних ефектів функціонування агросфери. В Україні, на відміну від Росії, Білорусі, Казахстану, майже втрачено методологію оцінювання синергетичних ефектів взаємодії біогеохімічних ланцюгів есенційних і небезпечних хімічних елементів [4]. Розв'язання сучасних агроекологічних проблем тісно переплітається не лише із економічними і соціальними важелями держави, але й з критеріями та достовірністю формулювання безпосередньо екологічної проблеми. Саме тому прикладні дослідження земель сільськогосподарського призначення щодо хімічних елементів та їх впливу на сільгосппродук-

цію мають враховувати біогеохімічні закони і закономірності функціонування агросфери.

Метою роботи є загальний аналіз біогеохімічних напрямів дослідження агросфери та визначення перспектив біогеохімії для аграрної науки України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

На сьогодні деякі підрозділи біогеохімії залишаються невід'ємною складовою агроекологічних досліджень. Зокрема такі: взаємозв'язок між хімічним складом сільськогосподарських культур і орних ґрунтів, агрохімічні умови ґрунтів для отримання органічної сільськогосподарської продукції, небезпека техногенного забруднення (радіонуклідами, важкими металами, нітратами, пестицидами) ґрунтів і вод, оцінювання якості продукції рослинництва і рибальства, стандартизація екологічно небезпечних концентрацій токсичних хімічних елементів та сполук. Останніми роками біогеохімічні дослідження поширюються у тематичних розробках Інституту агроекології і природокористування НААН, серед яких: агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель, агроекологічне і біогеохімічне районування, розробка методології інтегрованого управління лісовими ресурсами, екологічна геохімія і біогеохімія агроландшафтів, екотоксикологія орних земель, оцінювання агроекологічного стану сільських селітебних територій, агроекологічне оцінювання систем удобрення, радіоекологія аграрних і лісових екосистем [5–9].

Розроблена і започаткована В.І. Вернадським загальна методологія біогеохімічних досліджень базується на вивченні живої речовини у системі біогеохімічних ланцюгів хімічних елементів [1, 2]. Впровадження цієї методології для розв'язання екологічних проблем біосфери обумовило створення цільових методик біогеохімічних досліджень прикладного рівня, зокрема таких: геохімічної екології для аналізу захворюваності населення; екологічної геохімії для оцінки впливу хімічного техногенного забруднення на дитяче населення; екології

ландшафтів для визначення особливостей антропогенного впливу важких металів на природні біоценози та урболандшафти [3, 8, 10, 11].

Представлена робота узагальнює концептуальні засади теоретичної і прикладної біогеохімії, формулює біоцентричні принципи та основні напрями цільових агроекологічних досліджень, обумовлених існуючими закономірностями функціонування сучасної біосфери.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Зважаючи на теорію і методологію вчення про біосферу, сутність концепції біогеохімічних досліджень земель сільськогосподарського призначення зводиться до такого узагальнюючого постулату.

Всі частини агросфери (природні біоценози і агроценози, ґрунти і підстильні гірські породи, поверхневі і підземні води) є взаємозв'язаними між собою через міграцію поживних і небезпечних хімічних елементів (їх концентрацію і розсіювання), тому якість сільськогосподарської продукції залежить від особливості чинників (внутрішніх і зовнішніх) і процесів (природних і антропогенних) у біогеохімічних харчових ланцюгах, ланками яких є: гірські породи — води — ґрунти — рослини природні і культурні — свійські тварини — людина.

Застосування біогеохімічної концепції під час фундаментальних екологічних досліджень сучасної агросфери дає змогу ідентифікувати та підтримати функціонування значної кількості природних біосферних процесів і здатна забезпечити формування біоцентричного сільського господарства.

Найближчі перспективи біогеохімічних досліджень земель сільськогосподарського призначення в Україні вбачаються у тісній співпраці з прикладними галузями аграрної науки, які на сьогодні орієнтуються лише на частковий аналіз біогеохімічних харчових ланцюгів деяких есенційних (поживних) хімічних елементів [4, 12–14]. Найчастіше поза увагою цих досліджень залишаються закономірності формування біогеохімічних харчових лан-

цюгів поживних і небезпечних елементів, оцінювання інформативності біооб'єктів сільськогосподарських рослин і тварин, аналітичні методи вивчення живої речовини та інші фундаментальні аспекти вчення про біосферу. З огляду на це, найбільшої актуальності для розвитку фундаментальної агроекологічної науки набувають такі напрями біогеохімічних досліджень агросфери:

1. *Впровадження загальних методів біогеохімічного аналізу земель сільськогосподарського призначення з метою прогнозування ендемічної небезпеки для населення сировинної продукції рослинництва і тваринництва.* Якість та екологічний стан сільськогосподарської продукції є поняттям широким і водночас невизначеним. Методи біогеохімічного аналізу екологічного стану земель і сільгосппродукції мають певні особливості порівняно із загальноприйнятими з агрономії і агрохімії. Проведення польового дослідження передбачає вивчення як продукції, так і інформативних біооб'єктів, що характеризуються позитивною кореляцією вмісту хімічних елементів у ґрунтах та речовині біоценозу; аналітичні дослідження передбачають коректне відокремлення органічної речовини біооб'єкта від неорганічної, що накопичується на поверхні агроценозів і зооценозів унаслідок атмосферного забруднення; первинна просторова однорідність біогеохімічних харчових ланцюгів визначається за ландшафтними принципами. Для біогеохімічного аналізу земель важливе загальнонаукове значення мають відмінності хімічних елементів за атомною структурою та фізико-хімічними властивостями їх природних сполук, що визначають особливості їх рухомості у водних розчинах, біофільності, есенційності і небезпечності (токсичності) для біоценозів. Диференційованість хімічних елементів за цими характеристиками оцінюється за відповідними коефіцієнтами геохімічної міграції і відтворюється їх моноелементними екологічними класифікаціями. Екологічні класифікації хімічних елементів за В.В. Ковальським (1974), О.В. Жолніним (2001), В.В. Івановим (1994) та відповідно до

Державного стандарту ГОСТ 17.4.1.02-83 узагальнено на схемі (рис.).

Застосування аграрною наукою існуючих екологічних класифікацій хімічних елементів наразі спостерігається лише у галузі рослинництва, але значно обмежено і опосередковано. Стосується це питань оцінки впливу на харчову цінність сільськогосподарської продукції, яка відповідає класу небезпечності хімічних елементів у ґрунтах (ГОСТ 17.4.1.02-83), а також оптимального вмісту мікроелементів у ґрунтах, що варіює в інтервалі 0,1–2 чинних за ГДК їх рухомих форм. Однак дослідження перерозподілу хімічних елементів у біогеохімічних ланцюгах агроландшафтів дає змогу оцінити особливості їх надходження і накопичення у сільгосппродукції та прогнозувати її якість.

Так, наші дослідження біогеохімічних ланцюгів мікроелементів (Mo, Co, Mn, Zn) засвідчили, що інтенсивність їх накопичення у сільгоспкультурах визначається рівнем їх біофільності (за коефіцієнтами біологічного поглинання $A_x = 0,8 \div 18,2$) [2] та біогеохімічною категорією ґрунту. Біофільність есенційного фітоелемента підвищується за його біогеохімічної нестачі у ґрунтах та — знижується за нормального рівня або надлишку [7]. В умовах біогеохімічної нестачі у ґрунтах пінських ландшафтів елемента-біофіла Mo його біологічне поглинання є значно інтенсивним; коефіцієнти його біогенної акумуляції у різнотрав'ї перевищують глобальну норму до 4 разів, досягаючи $A_x = 79$; у підсумку, накопичення Mo у сільгосппродукції (бу-ряк і картопля) перевищує екологічну нор-

Есенційність (поширеність у живій речовині біоценозів)				
Фітоелементи (Zn, Cu, Mo, Mn, Co, Ti)		Зооелементи (Zn, Cu, Mo, Mn, Co, Ti, V, Ni, Cr, Sr)		
Біофільність (інтенсивність біологічного поглинання фітоценозами)				
Біофіли (Zn, Cu, Mo, Mn, Sr, Ba)	Біофоби (Co, Ni, Pb, V, Cr, Ti)	Метали життя (Cu, Zn, Mn, Co, Mo)	Біогенні елементи (Ti, V, Cr, Ni)	
Небезпечність для фітоценозів (токсична дія за антропогенного надходження у ґрунт)				
Висока (Pb, Zn)	Помірна (Cr, Ni, Co, Mo, Cu)		Низька (Ba, Mn, V, Sr)	
Патологічність для зооценозів (існування захворювань за біогеохімічного дисбалансу в організмах)				
За нестачі (Zn, Cu, Mo, Mn, Co, Ni, Pb)		За надлишку (Zn, Cu, Mo, Mn, Co, Sr, Ba, Ni, Pb, V, Cr)		
Фізико-хімічна водна міграція (розсіювання у природних водах і водних розчинах)				
Рухомі (Zn, Cu, Mo, Mn, Co, Sr, Ba, Ni, Pb, V)		Слабо рухомі (Cr, Ti)		
Фізико-хімічна літогенна міграція (концентрація на фізико-хімічних кисневих бар'єрах ґрунтів та інших гірських порід)				
Кисневі бар'єри A2-A3 (Mn, Co)	Глейові бар'єри C1-C2 (Cu, Mo, Cr, V)	Сорбційні бар'єри G2-G3 (Zn, Ba, Ni, Co, Pb, Cu, V, Mo)	Лужний бар'єр D2 (Sr, Ba, Co, Ni, Cu, Zn, Pb)	Випаровувальний бар'єр F3 (Sr, Zn, Mo, V)

Схема екологічної класифікації хімічних елементів (на прикладі 12 мікроелементів)

му (0,2 мг/кг) у 3–4 рази. За біогеохімічної нестачі у ґрунтах коростенських ландшафтів біофоба Со його біологічне поглинання рослинами значно слабше, ніж решти біофобів; коефіцієнти біогенної акумуляції у різнотрав'ї незначно перевищують глобальну норму, досягаючи $A_x = 1,2$; у підсумку, накопичення Со сільгоспрослинами (буряк, пшениця, вика посівна) є нижчим за екологічну норму (1 мг/кг) — до 10 разів. Залежно від рівня біофільності поживних мікроелементів, їх засвоюваність рослинами може зростати за нестачі останніх у ґрунтах та — знижуватись за надлишку. Дисбаланс поживних мікроелементів у системі «ґрунт — рослина» може проявлятися когерентно для біофобів (Со, Ni, Pb, V, Cr, Ti та ін.) і акогогерентно — для сильних біофілів (Mo, Zn, Mn, Cu).

2. *Дослідження біогеохімічних циклів хімічних елементів як умова їх поширення у сільськогосподарській сировині.* Завданнями цього напрямку є виявлення природних закономірностей поширення хімічних елементів у регіональній агросфері, а також агроекологічні наслідки їх біогеохімічного дисбалансу. Виконання цих завдань є невід'ємною частиною досліджень процесів фізико-хімічної і біогенної міграції поживних елементів природного і антропогенного генезису. Найменш дослідженими залишаються біогеохімічні цикли мікроелементів, їх біосферні (природні) і агросферні (природно-техногенні) закони та закономірності. Сутність біогеохімічних циклів у агросфері обумовлено процесами фізико-хімічної і біогенної міграції хімічних елементів у системі «гірські породи — води підземні і поверхневі — ґрунти — жива речовина сільськогосподарських рослин і тварин — людина». Однак їх сполучене дослідження за умов однорідності структури агроландшафтів фактично не передбачено сучасними стандартами та методичними рекомендаціями аграрної науки. У агросфері біогеохімічні цикли мають незамкнений характер — значна біомаса з циклів випадає, але деякі їх особливості успадковуються від замкнених природних циклів. Виокремлення природної та

агрогенної складових екологічного стану агроландшафту є питанням підвищення наукового обґрунтування стратегії агрохімічної меліорації ґрунтів та аграрного виробництва загалом. Результатами кругообігу мікроелементів у біогеохімічних циклах є не лише рівень екологічної безпеки сільськогосподарської продукції, але й ендемічна захворюваність її споживачів — населення і свійських тварин.

3. *Диференціація природної і агрогенної складових біогеохімічних циклів хімічних елементів для формування стратегії біоцентричного аграрного виробництва.* Процеси міграції (колообігу) поживних і небезпечних хімічних елементів у біогеохімічних циклах визначають рівень біобезпеки і якості сільськогосподарської продукції, якості життя та ендемічну захворюваність населення. Поширення хімічних неінфекційних фіто- і зоопатологій знижує якість сільгосппродукції загалом, а також імунітет живих організмів до інфекційних захворювань. Вагомим принциповим недоліком чинної нормативної бази оцінки якості і екологічної безпеки ґрунтів і сільгосппродукції залишається застосування норм умісту хімічних елементів («поживних», «мікроелементів», «важких металів») без урахування ландшафтних, агроландшафтних, біогеохімічних і функціональних особливостей використання земель сільськогосподарського призначення [5]. Біоцентрична стратегія сільського господарства потребує підтримання природної складової біогеохімічних циклів та управління (корегування) антропогенною частиною. Тому насамперед необхідно вирішити питання диференціації цих складових для різних природно-функціональних і біогеохімічно-агроландшафтних умов. Порівняльний аналіз структурно однорідних агроландшафтів природного і техногенного рядів функціонального використання дає змогу визначити показники техногенної деформації земель сільськогосподарського призначення. Це забезпечить просторову локалізацію і наукову обґрунтованість методів агрохімічної меліорації земель, збереження біорізноманіття і можливість

охорони ландшафтів. Результатом біогеохімічного аналізу земель є довгострокова просторова локалізація агрохімічних заходів з підвищення якості сільгосппродукції за вмістом поживних хімічних елементів, а також координація дій щодо продуктів харчування залежно від ендемічної захворюваності місцевого населення.

Підходи та методи біогеохімічного аналізу агроландшафтів відносяться до найменш досліджених проблем агросфери України. Методика розв'язання цієї проблеми передбачає виокремлення агроландшафтів (як частин земель сільськогосподарського призначення) із природною, техногенно-природною і техногенною геохімічною міграцією.

Так, за результатами проведення регіональних біогеохімічних досліджень було встановлено важливі закономірності поширення мікроелементів у агроландшафтах природного і техногенно-природного рядів міграції у функціональних зонах, відповідно — сіножатей і пасовищ та орного землеробства [8]. Особливостями природних процесів геохімічної міграції поживних мікроелементів у ґрунтах і поверхневих водах агроландшафтів України є розсіювання фітоелементів у ґрунтах і концентрація їх у поверхневих водах. Обидва ці процеси негативно впливають на екологічний стан сільськогосподарської сировини. У рівнинних агроландшафтах України дефіцит фітоелементів у ґрунтах та надлишковий їх уміст у поверхневих водах зумовлено зональними процесами їх природного геохімічного розсіювання та концентрації. Особливості аграрних технологій у межах лісостепової зони сприяють компенсації природних процесів розсіювання Mn, Cu і Zn, а на територіях степової зони — розсіюванню Zn. Для 70–100% агроландшафтів України геохімічне розсіювання мікроелементів є основним природним процесом у ґрунтах земель сільськогосподарського призначення і вагомим чинником формування дефіциту поживних мікроелементів у системі «ґрунт — сільгоспрослини».

Слід зауважити, що і решта біогеохімічних напрямів дослідження агросфери

надають змогу істотно підвищити наукову обґрунтованість результатів прикладних завдань природокористування та прогнозування динаміки природно-антропогенних процесів на землях сільськогосподарського призначення України. Серед таких — палеобіогеохімічні дослідження під час прогнозування наслідків змін клімату для сільського господарства, вивчення дисбалансу мікроелементів як чинника біобезпеки сільгоспкультур та здоров'я населення, виявлення синергетичних ефектів впливу поживних елементів на якість сільськогосподарської сировини і захворюваність місцевого населення, розширення нормативної бази з питань медико-біогеохімічних особливостей сівозмін у агроландшафтах.

Біогеохімічні дослідження агросфери та розв'язання цільових агроекологічних проблем мають базуватися на певних методичних принципах біогеохімії, що надасть змогу забезпечити об'єктивність і достовірність отриманих результатів. Нами сформульовано п'ять основних методичних принципів біогеохімічних досліджень сучасної агросфери:

1. *Регіональні особливості біогеохімічних харчових ланцюгів визначають за кларками і фоновими значеннями поживних хімічних елементів у агроландшафтах та порівняльною захворюваністю біоценозів.* Кларки хімічних елементів відображають глобальну диференційованість поширення хімічних елементів у компонентах біосфери. Зміни фонового вмісту хімічних елементів, по суті, є екологічною нормою і відображають регіональну диференційованість природно-техногенних процесів для компонента довкілля.

2. *Агроекологічне оцінювання біогеохімічних харчових ланцюгів виконується для території однорідних природно-антропогенних систем, якими є біогеохімічні зони і провінції, агроландшафти, екосистеми.* Зважаючи на традиційну детальність масштабу агрономічних досліджень та чинну регіональність біогеохімічних оцінок, слід застосовувати методи різномасштабного аналізу та порівняння даних.

3. *Застосування біогеохімічних параметрів та критеріїв для агрохімічної паспортизації і Державного моніторингу земель сільськогосподарського призначення.* Такими параметрами мають стати характеристики живої речовини природної рослинності і сільгоспкультур: біомаса, продуктивність, зольність, вміст елементів-біофілів. Для оцінювання та прогнозування агроекологічних процесів важливо мати розрахунки коефіцієнтів біогенної і фізико-хімічної міграції поживних хімічних елементів — коефіцієнти їх біогенної акумуляції, кларки концентрації, коефіцієнти водної рухомості. Наукова цінність Державного моніторингу земель може зрости у десятки разів, якщо від адміністративного і агрогрунтового зонування перейти на природно-функціональне, а також розшири непараметричну частину агрохімічного паспорта поля та кількість досліджуваних хімічних елементів-біофілів. Підкреслимо, що необхідність комплексного аналізу ґрунтового покриву за нинішніх умов продемонстрував міжнародний проект країн Європейського Союзу, за участю України, «Геохімічне картування сільськогосподарських та пасовищних земель Європи» (GEMAS, 2009–2015 рр.), у межах якого вивчалось поширення 56 хімічних елементів та їх варіацій у сільськогосподарських та пасовищних ґрунтах.

4. *Проведення біогеохімічного картування і районування земель сільськогосподарського призначення.* Взаємодія природних і антропогенних процесів функціонування агросфери в нинішніх умовах значною мірою нівелює зональні агрокліматичні, агрохімічні і біогеохімічні особливості земель. Лімітуюче (обмежувальне) екологічне значення для життя людини і агроценозів, у т.ч. врожайності сільгоспкультур, доволі

часто спричинено мікроелементами або незначними кількостями небезпечних речовин, а також фізіологічними властивостями живих організмів до їх акумуляції. Методика біогеохімічного районування дає змогу оцінити та спрогнозувати наслідки екологічної небезпеки більшості хімічних елементів для живих організмів.

5. *Медико-екологічний аналіз біогеохімічних харчових ланцюгів.* Ця складова вчення В.І. Вернадського про біосферу була сформована методично і досліджена на практиці в межах окремого напрямку біогеохімії — геохімічної екології. Результати порівняльного аналізу біогеохімічного дисбалансу есенційних хімічних елементів у агроландшафтах із поширеністю відповідних фітопатологій і ендемічних захворювань населення є вагомим критерієм для формування територіальних перспектив розвитку харчової промисловості.

ВИСНОВКИ

Визначаючи агроекологію як науку комплексну і міждисциплінарну, дедалі небезпечнішим стає ігнорування її біогеохімічної складової. Біоцентрична стратегія сільського господарства, як умова формування збалансованого природокористування, потребує комплексного вивчення живої речовини агросфери. Дослідження останньої забезпечує об'єктивність агроекологічних прогнозів регіонального і локального рівнів. Застосування специфічних методів біогеохімічного аналізу агросфери є значно обмеженим унаслідок недостатньої наукової обґрунтованості їх актуальності і практичної значущості. Розглянута концепція досліджень, їх основні напрями і принципи надають можливість ввести біогеохімію у систему сучасних агро-екологічних досліджень України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. Биогеохимические очерки / В.И. Вернадский. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. — 241 с.
2. Добровольский В.В. Основы биогеохимии / В.В. Добровольский. — М.: Высш. школа, 1998. — 413 с.
3. Єгорова Т.М. Основы біогеохімії: навчальний посібник / Т.М. Єгорова, В.М. Ісаєнко. — К.: Вид. НАУ, 2005. — 170 с.
4. Єгорова Т.М. Синергізм ^{137}Cs і дисбалансу поживних мікроелементів у агроландшафтах Полісся / Т.М. Єгорова // Агроекологічний журнал. — 2016. — № 1. — С. 59–64.
5. Патица В.П. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель / В.П. Патица, О.Г. Тараріко. — К.: Фітосоціоцентр, 2002. — 296 с.

6. Еколого-економічні основи збалансованого розвитку агросфери Київської області: монографія / за наук. ред. О.І. Фурдичка. — К.: ДІА, 2015. — 736 с.
7. Furdychko O. The influence of water migration of microelements on the ecological soil condition of Ukraine / O. Furdychko, L. Moklyachuk, T. Yehorova // Emirates Journal of Food and Agriculture. 2015. — Vol. 27, 27 (9). — P. 721–726.
8. Єгорова Т.М. Наукові основи еколого-геохімічних процесів в агроландшафтах України: Автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 03.00.16 / Т.М. Єгорова. — К., 2015. — 47 с.
9. Коніщук В.В. Агроекологічне районування: методичні рекомендації / В.В. Коніщук, Т.М. Єгорова, Н.Б. Мельник; наук. ред. О.І. Фурдичка. — К.: ТОВ «ДІА», 2014. — 44 с.
10. Вступ до медичної геології: у 2-х т. / За ред.: Г.І. Рудько, О.М. Адамченко. — К.: Академпрес, 2010. — Т. 2. — 530 с.
11. Матвиенко А.В. Подвижность тяжёлых металлов в техногенных дерново-подзолистых почвах Новгород-Северского Полесья и их биогеохимические особенности / А.В. Матвиенко, И.В. Кураева, Ю.Ю. Войтук // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья: сб. докл. Междунар. науч. конф. (Минск, 14–17 сентября 2016 г.). — Минск: Беларуская наука, 2016. — Т. 1. — С. 254–257.
12. Агрономічно орієнтоване районування земель за властивостями ґрунтів / В.В. Медведєв, Т.М. Лактіонова, І.В. Пліско та ін. — Х.: КП «Міська друкарня», 2012. — 100 с.
13. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт — рослина / За ред. А.І. Фатєєва, В.Л. Самохвалової. — Х.: КП «Міськдрук», 2012. — 146 с.
14. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія / за ред. акад. НААН Я.М. Гадзала, чл.-кор. НААН В.Ф. Камінського. — К.: Аграрна наука, 2016. — 550 с.

REFERENCES

1. Vernadskij V.I. (1940). *Biogeoхимические очерки* [Biogeochemical outline]. Moscow, Leningrad Publ., 241 p. (in Russian).
2. Dobrovolsky V.V. (1998). *Osnovy biogeoхимii* [Basics of biogeochemistry]. Moscow Publ., 413 p. (in Russian).
3. Yehorova T.M., Isayenko V.M. (2005). *Osnovy' biogeoхимiyi: navchal'ny'j posibny'k* [Bases of biogeochemistry: tutorial]. Kiev Publ., 170 p. (in Ukrainian).
4. Yehorova T.M. (2016). *Sy'nergizm ¹³⁷Cs i dy'sbalansu pozhy'vny'x mikroelementiv u agrolandshaftax Polissya* [Synergy ¹³⁷Cs and micronutrient imbalances in agricultural landscapes of Polissia]. *Agroekologichny'j zhurnal* [Agroecological journal]. No 1, pp. 59–64 (in Ukrainian).
5. Patyka V.P., Tarariko O.H. (2002). *Agroekologichny'j monitory'ng ta pasporty'zaciya sil's'kogospodars'ky'x zemel'* [Agroecology monitoring and certification of agricultural land]. Kiev Publ., 296 p. (in Ukrainian).
6. Furdychko O.I. (2015). *Ekologo-ekonomichni osnovy' zbalansovanogo rozvy'tku agrosfery' Ky'yivs'koyi oblasti: monografiya* [Ecological and economic framework for sustainable development agrosphere of Kiev region: monograph]. Kiev Publ., 736 p. (in Ukrainian).
7. Furdychko O.I., Moklyachuk L.I., Yehorova T.M. (2015). The influence of water migration of microelements on the ecological soil condition of Ukraine. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. Vol. 27, 27(9), pp. 721–726 (in English).
8. Yehorova T.M. (2015). *Naukovi osnovy' ekologo-geохimichny'x procesiv v agrolandshaftax Ukrainy'ni* [Scientific foundation of ecologic-geochemical processes in agricultural landscapes of Ukraine]. Kiev Publ., 47 p. (in Ukrainian).
9. Furdychko O.I., Konischuk V.V., Yehorova T.M., Melnyk N.B. (2014). *Agroekologichne rajonuvannya: metody'chni rekomendaciyi* [Agroecological zoning: methodical recommendations]. Kiev Publ., 44 p. (in Ukrainian).
10. Rud'ko G.I., Adamenko O.M. (2010). *Vstup do medy'chnoyi geologii* [Introduction to Medical Geology]. Kiev Publ., Vol. 2, 530 p. (in Ukrainian).
11. Matvyenko A.V., Kuraev I.V., Voytyuk J.J. (2016). *Podvizhnost' tzhazholykh metallov v tehnogenykh der-novo-podzolistykh pochvakh Novgorod-Severskogo Poles'ja i ih biogeoхимические особенности* [The mobility of heavy metals in technogenic sod-podzolic soils of Novgorod-Seversky Polissye and there biogeochemical features]. *Problemy racy'onalnogo y'spol'zovany'ya pry'rodnnykh resursov y' ustojchy'voe razvy'ty'e Poles'ya* [Problems of rational use of natural resources and sustainable development of the Polissye]. Minsk Publ., Vol. 1, pp. 254–257 (in Russian).
12. Medvedev V.V., Laktionova T.N., Plyskiv I.V. (2012). *Agronomichno oriyentovane rajonuvannya zemel' za vlasty'vostyamy' g'runtiv* [Agronomy oriented zoning of land for soil properties]. Kharkov Publ., 100 p. (in Ukrainian).
13. Fateev A.I., Samokhvalova V.L. (2012). *Diagnosty'ka stanu хimichny'x elementiv sy'stemy' g'runt — rosly'na* [The diagnostics of chemical elements state in system soil — plant]. Kharkov Publ., 146 p. (in Ukrainian).
14. Hadzalo J.M., Kaminsky V.F. (2016). *Naukovi osnovy' vy'robny'ctva organichnoyi produkciyi v Ukraini: monografiya* [Scientific bases of organic production in Ukraine: monograph]. Kiev Publ., 550 p. (in Ukrainian).

ГЕНОТОКСИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА У НИЖНІЙ ТЕЧІЇ РІЧКИ ГОРИНЬ

О.О. Бедункова

Національний університет водного господарства та природокористування

Наведено результати проведення генотоксичного моніторингу нижньої течії р. Горинь за допомогою мікроядерного тесту периферичної крові риб. З'ясовано, що на фоні II класу якості води за гідрохімічними показниками спостерігається прояв індукованого мутагенезу риб за середньою частотою ядерних порушень окуня ($4,57 \pm 0,34\%$) на ділянці річки нижче від скиду стічних вод та плітки ($3,82 \pm 0,44\%$) на ділянці річки з мінімальним антропогенним навантаженням. Зроблено висновок про доцільність ведення генотоксичного моніторингу для швидкого з'ясування появи в середовищі токсичних з'єднань.

Ключові слова: *якість води, цитогенетичний гомеостаз, генотоксичний потенціал.*

Як відомо, деякі забруднювачі можуть бути небезпечними навіть при низьких концентраціях, проявляти синергізм та адитивність, бути мутагенними або промутагенними, але не фіксуватися за звичайного хімічного аналізу води, тому важливою складовою гідроекологічних досліджень є моніторинг генотоксичного забруднення водойм.

За нормальних умов більшість генетичних порушень елімінується, що є своєрідним індикатором стресу, який спричиняє появу аномальних клітин та зниження імунного статусу організму [1]. Цитогенетичні порушення діагностуються на хромосомному рівні за допомогою таких високочутливих методів, як облік сестринських хроматинових обмінів та хромосомних аберацій, а також мікроядерного тестування.

За відсутності лабораторних умов іноді для швидкої діагностики генетичної чутливості доцільним є експрес-методи з використанням мікроядерного тесту. Перевага цього методу — простота відбору матеріалу в польових умовах, порівняно незначні часові та матеріальні затрати та можливість опрацьовувати доволі значний масив даних [2]. Так, для дослідження різних видів риб у природних умовах оптимальним є мікроядерний тест у клітинах периферичної крові, що виявляє амітоз еритроцитів — один з

патоморфологічних станів клітин червоної крові, внаслідок чого еритроцити стають двоядерними або утворюють одне чи кілька мікроядер [3]. Поява таких клітинних порушень спостерігається в морських та прісноводних риб як під дією кумулятивного токсикозу [4], так і у разі токсичного стресу [5].

В експериментах *in vivo* стосовно дії ацетату свинцю у концентрації $0,5 \text{ мг/дм}^3$ (ГДК для рибогосподарських водойм — $0,1 \text{ мг/дм}^3$), хлориду кадмію — $0,1$ (ГДК — $0,005$) та сирої нафти у концентрації $0,5 \text{ мг/дм}^3$ (ГДК — $0,05 \text{ мг/дм}^3$) в акваріумних умовах було виявлено, що частка еритроцитів з мікроядрами у цьоголіток коропа становила $1,67 \pm 0,19\%$, двоядерних клітин — $7,80 \pm 0,40$, у дволіток краснопірки — $4,17 \pm 0,01$ та $2,00 \pm 0,03\%$ відповідно. Перевищення цих значень у дослідних екземплярів над контрольними: на п'яту, 15-ту, 30-ту та 40-ву добу було на рівні 1,4–7,3 раза. Найбільше зростала кількість аберантних еритроїдних клітин за впливу сирої нафти [6].

В експериментах *in situ*, проведених на озерах Кета та Ладаннах, а також у нижній течії р. Єнісей, були отримані мазки крові від 52 особин риб дев'яти видів: гольця (*Salvelinus nemachilus* (Linnaeus, 1758)), наліма (*Lota lota* (Linnaeus, 1758)), осетра сибірського (*Acipenser baeri* (Brandt, 1869)), ряпушки сибірської (*Coregonus sardinella*

(Vallenciennes, 1848)), сига (*C. lavaretus*), плітки сибірської (*Rutilus rutilus lacustris* (Pallas, 1814)), стерляді (*Acipenser ruthenus* (Linnaeus, 1758)), хариуса сибірського (*Thimallus arcticus* (Pallas, 1814)) та чира (*Coregonus nasus* (Pallas, 1814)). У клітинах еритроцитів мікроядра виявились лише у 19 особин, у решти (33 особини) мікроядра не ідентифікувались. Загалом, серед 56703 клітин налічувалось 30 клітин з мікроядрами. Тобто загальна частка клітин з мікроядрами становила $0,05 \pm 0,01\%$ [7].

Зауважимо, що частота спонтанних мутацій ядра еритроцитів периферичної крові здорових риб, за даними низки авторів [2, 3, 7, 8], становить 0,05–0,4%, або 0,5–4%.

Багаторічні гідрохімічні та токсикологічні дослідження на Волго-Каспійському каналі [9] засвідчили, що частота трапляння еритроцитів з мікроядрами у крові риб залежить і від сезону року. Так, восени частка еритроцитів з мікроядрами знижується в 1,8 раза у крові судака та у 1,9 раза у крові ляща.

Дехто з авторів відзначає, що кількість мікроядер у клітинах периферичної крові риб змінюється на різних етапах онтогенезу [3]. Зокрема, за порівняння спонтанної частоти аберантних клітин крові в різних вікових групах у двох видів карпозубих риб (*Nothobranchius rachovii* (Ahl, 1926), *Pterolebias longipinnis* (Garman, 1895)) було відзначено, що вона збільшується зі старінням організму, і зумовлено це не стільки змінами в імунній системі, скільки порушеннями в репарації ДНК. Так, під впливом органічного з'єднання 5-бромдезоксипурину частота аберантних клітин у *N. rachovii* становила: для личинок — 4,9%, молодих особин — 7,5, зрілих — 12,9%.

Отже, з аналізу літературних джерел стає зрозуміло, що інформація про цитогенетичний гомеостаз риб є істотним доповненням до традиційних оцінок якості поверхневих вод, що розширює уявлення про комплексний характер забруднень та дає змогу оцінити інтегральну токсичність водного середовища.

Метою наших досліджень було проведення генотоксичного моніторингу ниж-

ньої течії р. Горинь у межах Рівненської обл. для з'ясування мутагенного потенціалу водного середовища в репрезентативних створах з різним рівнем антропогенного навантаження та мікроядерного тесту периферичної крові найбільш масових видів риб, а також визначення частоти ядерних порушень відносно рівнів спонтанного мутагенезу.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для проведення досліджень було обрано два репрезентативні створи у нижній течії р. Горинь, розміщених на території Рівненської обл.: 1 — у межах м. Дубровиця, за 0,5 км нижче від скиду з очисних споруд КП «Міськводоканал»; 2 — у межах с. Висоцьк Дубровицького р-ну, на кордоні з Білоруссю.

Якість поверхневих вод за гідрохімічними параметрами оцінювали згідно з аналітичними даними лабораторії моніторингу поверхневих вод Рівненської обласної екологічної інспекції за відповідною методикою [10], що на основі єдиних екологічних критеріїв дає змогу порівняти якість води на певних ділянках досліджуваних об'єктів за трьома блоками показників, а саме: сольового складу (I_1), трофо-сапробіологічного (санітарно-гігієнічного) складу (I_2), специфічних речовин токсичної дії (I_3) і надає можливість обчислити інтегральний індекс її якості (I_e).

Оцінку генотоксичного потенціалу поверхневих вод здійснювали шляхом обліку частоти ядерних порушень еритроцитів периферичної крові найбільш масових представників іхтіофауни річки, серед яких: верховодка (*Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758)), плітка (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)), краснопірка (*Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758)), окунь річковий (*Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)), карась сріблястий (*Carassius auratus gibelio* (Linnaeus, 1758)), лящ (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)).

Загальна вибірка різновікових груп риб, взятих для аналізу цитогенетичного гомеостазу, налічувала 120 особин (табл.).

**Кількість проаналізованих особин найбільш масових видів іхтіофауни р. Горинь
у репрезентативних створах, од.**

Вік риби, років	Вид риби											
	Верховодка		Плітка		Краснопірка		Окунь		Карась		Лящ	
	№ створу											
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1+	4	3	3	3	3	3	3	2	2	—	3	3
2+	3	4	3	2	2	3	3	3	3	—	3	4
3+	2	3	2	3	2	2	3	3	3	—	3	3
4+	2	2	2	2	2	4	2	3	1	—	3	3

Аналізували від 930 до 1200 еритроцитів кожної особини. Забір крові проводили з хвостової артерії прижиттєвим методом [11]. Фарбування мазків здійснювали відразу після їх доставки в лабораторію за Романовським–Гімзою [12]. Облік мікроядер проводили під мікроскопом зі збільшенням: 10x100 з імєрсією. Під час підрахунку клітин враховували всі види мікроядер та ядерного матеріалу [2]. Результати підрахунків виражали в проміле (‰) у вигляді усереднених даних із відзначенням середньоквадратичної похибки [13].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Значним джерелом антропогенного навантаження на річку в межах Рівненської обл. є хімічний комбінат, виробничі потужності якого введено в дію з 1968 р. із початковим надходженням стічних вод в обсязі 55000 м³/добу, а станом на 2001 р. — вже 100000 м³/добу. Не менш істотного впливу від промислових стічних вод річка зазнає на ділянці нижче смт Оржів — від зливової каналізації деревообробного комбінату «ОДЕК-Україна». Скид побутових стічних вод на території області здійснюється у межах смт Гоща, смт Оржів та міст Острог і Дубровиця. На гідрохімічний режим р. Горинь істотно впливають підземні та карстові води мергельної товщі, які вносять до річки гідрокарбонати Са та Mg.

Властивість ґрунтів та підвищена вологість клімату не сприяють збагаченню річкової води розчиненими солями, по-

ряд із тим поверхневий стік із заболочених водозборів вносить у притоки та в саму р. Горинь значну кількість Fe та органічних сполук. У межах с. Рубче Рівненського р-ну, нижче скидів неочищених стічних вод відвалів фосфогіпсу ПАТ «Рівнеазот», у воді річки значно збільшується концентрація сульфатів.

Необхідно зауважити про нерівномірність забезпечення інформацією споживачів щодо результатів аналітичних показників якості води річок області, що зумовлено істотним скороченням програми державного моніторингу. Так, якість поверхневих вод річки нижче скиду стічних вод м. Дубровиця (створ № 1) можна було охарактеризувати згідно з офіційними даними лише за 2009 р. Слід відзначити, що інтегральний екологічний індекс мав такі показники: категорія 3, II клас — стан «добрий», ступінь чистоти — «чиста» (рис. 1-а).

Блок трофо-сапробіологічних показників — категорія 4,4, III клас — стан «задовільний», ступінь чистоти — «забруднена». Блок специфічних показників токсичної дії мав значення категорії 3,6, що відповідала перехідному стану від II до III класу — стан «добрий/задовільний», ступінь чистоти — «чиста/забруднена». Блок показників соляового складу — категорія 1, I клас.

Забезпеченість офіційними даними щодо гідрохімічних параметрів води у створі № 2 надає можливість встановити, що інтегральний екологічний індекс якості поверхневих вод на цій ділянці

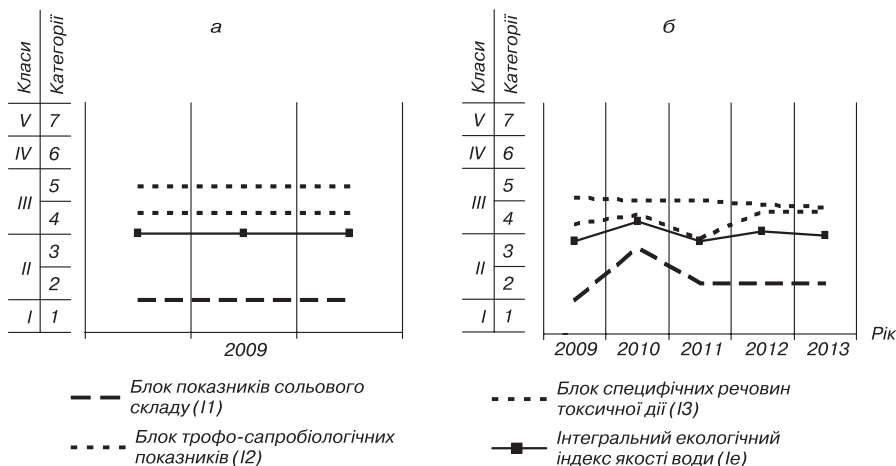


Рис. 1. Динаміка величин інтегральних показників якості води в нижній течії р. Горинь: а — створ № 1; б — створ № 2

р. Горинь не перевищував значень категорії 3,3, тобто відповідає II класу якості води — стан «добрий», ступінь чистоти — «чиста» (рис. 1-б). Категорії трофо-сапробіологічного блоку засвідчили про III клас якості води впродовж усього досліджуваного періоду. Якість води за блоком специфічних речовин токсичної дії змінювалась від II до перехідного II/III класу. Блок показників соляового складу характеризувався, переважно, перехідним I/II класом — стан «відмінний/добрий», ступінь чистоти «дуже чиста/чиста». Винятком була категорія соляового блоку у 2010 р. (2,5), що відповідала якості води II класу.

Отже, розрізнена і обмежена аналітична інформація дає можливість визначити тільки орієнтовну оцінку сучасної якості води. Крім того, отримані результати порівняння нормативних показників за деякими речовинами із показниками, що спостерігаються у конкретній ситуації, є зручними для управління якістю середовища, але розуміння щодо прояву дестабілізуючих процесів у функціонуванні гідроекосистем, зокрема їх генотоксичного потенціалу, вони не дають.

Власне, це і обумовлює необхідність дослідження та облік кількісних критеріїв біотичних індикаторів, які експресно (у режимі реального часу) фіксують певні по-

рушення у тканинах живого організму під впливом фізико-хімічних, імунно-агресивних та генотоксичних властивостей середовища.

Так, за результатами проведеного мікроядерного тесту периферичної крові риб було з'ясовано, що у створі № 1 (рис. 2-а) найвищі значення середніх частот ядерних порушень були характерні для окуня ($4,57 \pm 0,34\%$). Помітно нижчою виявилась частота ядерних порушень у плітки ($3,24 \pm 0,23\%$). Фактично на одному рівні були частоти ядерних порушень еритроцитів верховодки ($2,75 \pm 0,32\%$), краснопірки ($2,6 \pm 0,19$) та ляща ($2,9 \pm 0,28\%$).

У створі № 2 (рис. 2-б) перевищення рівнів спонтанного мутагенезу не спостерігалось у жодного виду риб, хоча середня частота ядерних порушень плітки ($3,82 \pm 0,44\%$) була наближеною до його верхньої межі та найвищою серед решти проаналізованих представників іхтіофауни річки. Дещо нижчою виявились середні значення частоти ядерних порушень у верховодки ($3,54 \pm 0,38\%$), окуня ($3,1 \pm 0,33$) та ляща ($2,92 \pm 0,34\%$). Найнижчими у цьому створі були рівні ядерних порушень у особин краснопірки ($2,13 \pm 0,41\%$).

Крім міжвидових відмінностей частоти ядерних порушень в еритроцитах периферичної крові риб нижньої течії р. Горинь,

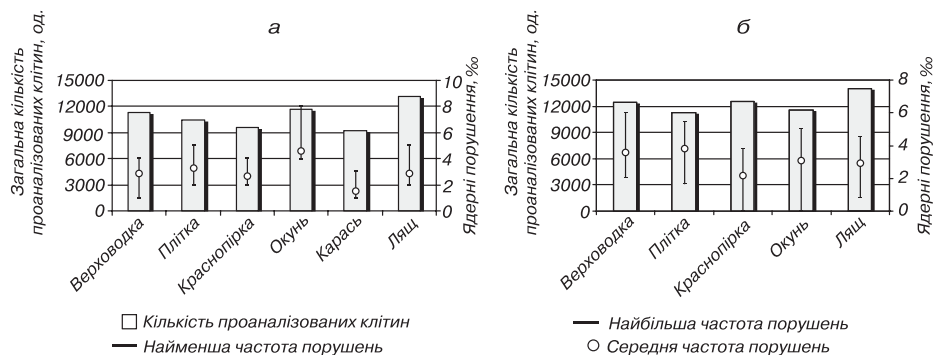


Рис. 2. Частоти ядерних порушень різних видів риб у репрезентативних створах нижньої течії р. Горинь: а — створ № 1; б — створ № 2

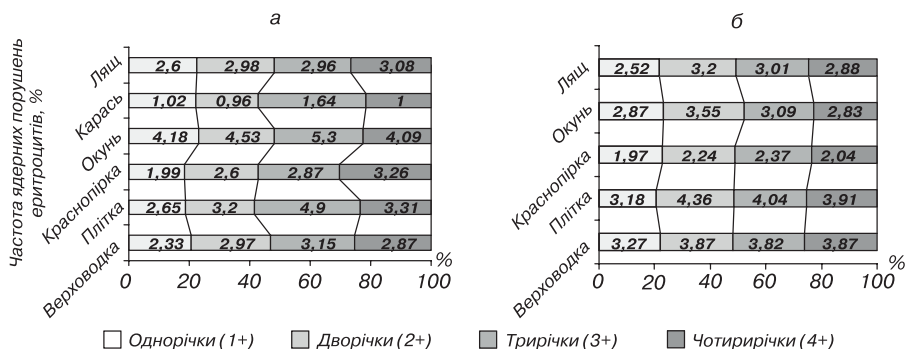


Рис. 3. Рівні ядерних порушень різновікових груп риб у репрезентативних створах нижньої течії р. Горинь: а — створ № 1; б — створ № 2

була відзначена і відмінність цитогенетичного гомеостазу в особин різного віку (рис. 3). Зокрема, спостерігалось переважання середніх частот ядерних порушень у старших вікових груп. Винятком були лише рівні ядерних порушень у особин карася (створ № 1).

Перевищення частоти ядерних порушень верховодки віком 2+ порівняно з особинами віком 1+ становили 4,8%. Для особин верховодки віком 3+ це перевищення було на рівні 5,5%; для особин віком 4+ — на рівні 4,4%.

Частота ядерних порушень дворічок плітки перевищувала частоту порушень однорічок на 5,8%. Для трирічної плітки це перевищення становило 10,8%, для чотирирічної — 4,7%.

В особин краснопірки перевищення ядерних порушень старших вікових груп

порівняно з однорічками становило: для дворічок — 3,1%, трирічних особин — 4,6%, чотирирічних — 0,8%.

Для окуня та ляща перевищення частоти ядерних порушень еритроцитів у особин віком 2+ порівняно з однорічками становило 2,5 та 4,6% відповідно. У окуня та ляща трирічного віку перевищення сягали 5,4 та 3,7%, у чотирирічного — 0,2 та 3,6% відповідно.

Ядерні порушення еритроцитів у особин карася не мали чіткої залежності від віку риби. Так, нижчими на 1,3% виявились порушення у дворічок порівняно з однорічками. У трирічних особин ядерні порушення були вищими на 13,4%, а у чотирирічних — нижчими на 0,4% порівняно з однорічками.

Відомо, що різні види риб мають і різну чутливість до впливу генотоксикантів [1].

Крім того, на ранніх личинкових стадіях розвитку риб спостерігається підвищений рівень спонтанного мутагенезу як прояв природного добору [3]. В особин молодого віку він знижується завдяки інтенсивності клітинного метаболізму [8], а в особин старшого віку, навпаки, починає зростати через зміни в імунній системі та старіння організму [3, 7].

Отже, середні рівні ядерних порушень риб р. Горинь свідчать про відносно сприятливі екологічні умови водного середовища. Однак у створі № 1 (у межах м. Дубровиця — 0,5 км нижче від скиду з очисних споруд КП «Міськводоканал») частота середніх порушень окуня перевищувала рівні спонтанних мутацій. У створі № 2 зафіксовано доволі високі значення середньої частоти порушень для плітки та окуня. Зауважимо, що на обох ділянках річки максимальна частота ядерних порушень у проаналізованих вибірках особин варіювала у межах від 3,81% (краснопірка у створі № 2) до 8,0% (окунь у створі № 1), що може свідчити про існування стресових чинників для риб.

ВИСНОВКИ

Доступна аналітична інформація, що дає можливість визначити тільки орієн-

товну екологічну оцінку нинішньої якості води за гідрохімічними показниками, свідчить про II клас якості поверхневих вод у нижній течії р. Горинь (стан — «добрий», ступінь чистоти — «чиста») з помітним включенням блоку трофо-сапробіологічних показників.

Крім того, цитогенетичний гомеостаз найпоширеніших видів риб характеризується перевищенням рівнів спонтанних мутацій за максимальними значеннями частоти ядерних порушень еритроцитів периферичної крові всіх проаналізованих вибірок. Середні рівні ядерних порушень свідчать про існування індукованого мутагенезу лише у вибірках окуня (зі створу № 1) та плітки (зі створу № 2).

Отримані результати дають підстави узагальнити, що генотоксичний потенціал нижньої течії р. Горинь є незначним, однак фіксація порушень цитогенетичного гомеостазу деяких представників іхтіофауни свідчить про доцільність ведення генотоксичного моніторингу для швидкого з'ясування появи в середовищі токсичних з'єднань. Аналітичні методи можуть залучатись для з'ясування хімічної природи забруднень після отримання позитивного сигналу на інтегральну токсичність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лукьяненко В.И. Общая ихтиотоксикология / В.И. Лукьяненко. — М.: Пищевая промышленность, 1983. — 320 с.
2. Ledebur M. The micronucleus test methodological aspects Mutation Research / M. Ledebur, W. Schmid // Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis. — 1973. — Vol. 19. — P. 109–117.
3. Крысанов Е.Ю. Анеуплодия и хромосомный мозаицизм у рыб (на примере представителей семейств *Cyprinodontidae* и *Synbranchidae*): автореф. ... канд. биол. наук / Е.Ю. Крысанов. — М.: Ин-т эволюционной морфологии и экологии животных им. А.М. Северцова, 1987. — 20 с.
4. Genotoxic assessment on river water using different biological systems / E.A. Nunes, C.T. Lemos, L. Gavrónski et al. // Chemosphere. — 2011. — Vol. 84. — P. 47–53.
5. Gutiérrez J.M. Micronucleus test in fishes as indicators of environmental quality in subestuaries of the Río de la Plata (Uruguay) / J.M. Gutiérrez, S. Villar, A.A. Plavan // Mar. Pollut. — 2015. — Bull. 91. — P. 518–523.
6. Влияние загрязнения водной среды ионами Pb^{2+} , Cd^{2+} и сырой нефтью на накопление генетически индуцированных повреждений в эритроцитах рыб / М.М. Габибов, Н.М. Абдуллаева, Л.М. Ортабаева и др. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2011. — Т. 13, № 1 (5). — С. 1068–1070.
7. Крюков В.И. Частота микроядер в клетках крови рыб пресных водоёмов полуострова Таймыр / В.И. Крюков, П.В. Кочкарёв // Образование, наука и производство. — 2013. — Т. 1, № 1. — С. 35–37.
8. Лугаськова Н.В. Видовая специфика цитогенетической стабильности рыб в условиях эвтрофного водоема / Н.В. Лугаськова // Экология. — 2003. — № 3. — С. 235–240.
9. Кузина Т.В. Изменения структуры ядра эритроцитов периферической крови промысловых рыб Волго-Каспийского канала / Т.В. Кузина // Вестник Московского государственного областного университета. — 2011. — № 2. — С. 50–57. — (Серия «Естественные науки»).

10. Методика экологической оценки качества поверхностных вод по соответствующим категориям / В.Д. Романенко, В.М. Жуковский, О.П. Оксийук [и др.]. — К.: СИМВОЛ-Т, 1998. — 28 с.
11. Фізіологія риб: Практикум / П.А. Дехтярьов, І.М. Шерман, Ю.В. Пилипенко та ін. — К.: Вища шк., 2001. — 128 с.
12. Льюис С.М. Практическая и лабораторная гематология / С.М. Льюис, Б. Бэйн, И. М. Бэйтс. — М: ГЭОТАР-Медиа, 2009. — 672 с.
13. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич. — [2 изд. перераб. и доп.]. — К.: Морион, 2001. — 408 с.

REFERENCES

1. Lukyanenko V.I. (1983). *Obshchaya ikhtiotoksikologiya* [Total fish toxicology]. Moskva: Pishchevaya promyshlennost Publ., 320 p. (in Russian).
2. Ledebur M., Schmid W. (1973). The micronucleus test methodological aspects Mutation Research, Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis, Volume 19, pp. 109–117 (in English).
3. Krysanov Ye.Yu. (1987). «Aneuploidy and chromosomal mosaicism in fish (for example, representatives of Cyprinodontidae Synbranchidae and families)» Abstract of candidate of biological Sciences dissertation, Institute of evolutionary morphology and ecology of animals. A.M. Severtsova, Moscow, 20 p. (in Russian).
4. Nunes E.A., Lemos C.T., Gavronski L., Moreira T.N., Oliveira N.C.D., Silva J. (2011). Genotoxic assessment on river water using different biological systems. *Chemosphere* Vol. 84, pp. 47–53 (in English).
5. Gutiérrez, J.M., Villar, S., Plavan, A.A. (2015). Micronucleus test in fishes as indicators of environmental quality in subestuaries of the Río de la Plata (Uruguay). *Mar. Pollut. Bull.* 91, pp. 518–523 (in English).
6. Gabibov M.M., Abdullaeva N.M., Ortabaeva L.M., Ismailov I.A., Asadulaeva P.A. (2011). *Vliyanie zagryazneniya vodnoy sredy ionami Pb²⁺, Cd²⁺ i syroy neftyu na nakoplenie geneticheskikh indutsirovannykh povrezhdeniy v eritrotsitakh ryb* [Influence, Cd²⁺ water pollution ions Pb²⁺ and crude oil on the accumulation of genetic damage induced in erythrocytes of fish]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. Iss. 13, No. 1(5), pp. 1068–1070 (in Russian).
7. Kryukov V.I., Kochkarev P.V. (2013). *Chastota mikroyader v kletkakh krovi ryb presnykh vodoemov poluoostrova Taymyr* [The frequency of micronuclei in blood cells of fish freshwater reservoirs of the Taimyr Peninsula]. *Obrazovanie, nauka i proizvodstvo* [Education, science and production]. Iss.1, No. 1, pp. 35–37 (in Russian).
8. Lugaskova N.V. (2003). *Vidovaya spetsifika tsitogeneticheskoy stabilnosti ryb v usloviyakh eutrofnogo vodoema* [Species specificity of cytogenetic stability of fish in a eutrophic reservoir]. Moskva: Ekologiya Publ., No. 3, pp. 235–240 (in Russian).
9. Kuzina T.V. (2011). *Izmeneniya struktury yadra eritrotsitov perifericheskoy krovi promyslovyykh ryb Volgo-Kaspiyskogo kanala* [Changes in the structure of the nucleus of peripheral blood erythrocytes of commercial fish of the Volga-Caspian canal]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya «Yestestvennye nauki»* [Bulletin of Moscow State Regional University. «Science» series]. Moskva: Izd-vo MGOU Publ., No. 2, pp. 50–57 (in Russian).
10. Romanenko V.D., V.M. Zhukinskiy, Oksiyuk O.P. (1998). *Metodika ekologicheskoy otsenki kachestva poverkhnostnykh vod po sootvetstvuyushchim kategoriyam* [Method of Environmental Assessment of surface water quality to the appropriate categories]. Kiev: SIMVOL T Publ., 28 p. (in Russian).
11. Dekhtiarov P.A., I.M. Sherman, Yu.V. Pylypenko, Yarzhombek O.O., Vovchenko S.H. (2001). *Fiziologiya ryb: Praktikum* [Physiology of Fish: Workshop]. Kyiv: Vyshcha shkola Publ., 128 p. (in Ukrainian).
12. Lyuis S.M., B. Beyn, I. Beyts M. (2009). *Prakticheskaya i laboratornaya gematologiya* [Practical and laboratory hematology]. Moskva: GEOTAR-Media Publ., 672 p. (in Russian).
13. Lapach S.N., Chubenko A.V., Babich P.N. (2001). *Statisticheskie metody v mediko-biologicheskikh issledovaniyakh s ispolzovaniem Excel* [Statistical methods in biomedical research using Excel]. Kiev: Morion. Publ., 408p. (in Russian).

УДК 631*4:630*114:630*187

CHARACTERISTICS OF FOREST SOILS ON MORaine DEPOSITS UNDER VARIOUS TYPES OF SITE CONDITIONS

V. Krasnov¹, O. Zborovska², V. Landin³, S. Sukhovetska¹

¹ Житомирський державний технологічний університет

² Поліський філіал Українського науково-дослідного інституту
лісового господарства і агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького

³ Інститут агроекології і природокористування НААН

Наведено результати дослідження гранулометричного складу та вмісту поживних елементів генетичних горизонтів дерново-підзолистих ґрунтів, сформованих на моренних відкладах у різних типах лісорослинних умов. Дослідження проводили у сухих, свіжих, вологих борах і свіжих суборах. Виявлено, що основна кількість коренів сосни звичайної концентрується на глибині до 70 см. Встановлено, що у всіх типах лісорослинних умов переважаною фракцією у ґрунтах є мілкий пісок. Відзначено більший уміст нітрогену, калію та гумусу у свіжих суборах порівняно із свіжими борами, а також більший уміст нітрогену та гумусу у ґрунтах вологих борів порівняно із свіжими борами.

Ключові слова: лісові ґрунти, морена, соснові лісові культури, родючість ґрунту, дерново-підзолисті ґрунти.

Soil formation, as well as forest soil formation, in Polissia of Ukraine is closely connected with geomorphology and geology of the territory. Researches admit that moraine and moraine-outwash valleys refer to the main relief types of plains [1]. Glacial deposits (moraine) occur on high hills and their gentle slopes. They are formed from debris brought by moving glacier. Moraine occurs more seldom on the plain areas and lowlands because there it is washed up by strong water-glacier flows. As a rule, moraine is covered by sands and sandy loam of different thickness and doesn't rise to the surface. Moraine also performs a water retaining function. As a result, atmospheric precipitation accumulates above the moraine level forming ground water or irregular temporary water. Thus, moraine layer supplies soils and vegetation with moisture and nutrients by mitigation the process of their loss from sandy soil layer [2].

Fertility of soils under forest plantations of Polissia region is extremely diverse due to their «heterogeneous» nutritiousness, as well

as granulometric and mineralogical composition. Such heterogeneousness, along with mentioned above factors, is connected with forest vegetation, first of all with forest tree species. As the result, forest soils differ from those formed under herbaceous plants [3]. Many soil processes (acidation, humus accumulation, leaching, podzolyty etc.) depend on species composition of trees. Tree species influence on soil structure, soil chemistry and aeration, water and thermal balance, as well as on the composition and the intensity of microflora, fungi and soil fauna activity [4, 5].

It is known that growth intensity, composition and structure of forest stands also depend on soil properties. Together with agrochemical properties of forest soils in certain types of forest conditions of Polissia of Ukraine [6, 7], scientists studied matter turnover between plants and soil [8, 9]. Meanwhile, researches underlined that the information about soil fertility allows planning necessary measures, which can be useful when creating and growing forests [10]. Nevertheless, such research is of fragmentary character. A lot of issues, including proper-

ties of sandy soils formed on different parent rocks, have not been studied yet.

MATERIALS AND RESEARCH METHODS

The research goal is to define peculiarities of sandy soils, i.e. granulometric composition and the content of nutrients of genetic horizons formed on moraine deposits in different types of forest conditions.

Research was conducted in forest plantations of SE «Malyn FE», which is located within the borders of Rozvazhevsk-Chornobylmoraine-outwash valley with areas of moraine-hilly-undulating relief of Kyiv Polissia [11]. Sample plots were laid out in forest cul-

tures of scots pine formed in different types of forest conditions: dry, fresh, moistbory and fresh subory on moraine deposits in Irshansk Forestry of mentioned above Forest Enterprise (Table 1).

Soil cuts are laid out on all sample plots; genetic horizons are separated and soil morphological features are described; soil types are defined and samples are selected for further investigation [12]. Following analyses are made in the laboratory conditions: granulometric analysis by pipette method (A. Kachynsky's variant with preparation of soil for the analysis by pyrophosphate methods according to S. Dolgov and A. Lichma-

Table 1

Taxation characteristics of scots pine cultures on sample plots*

No. ordinal	Block	Composition of plantation	Age, years	Average height, m	Average diameter, cm	Growth class	Reserve at the density 1.0, m ³ ·ha ⁻¹
<i>Dry bory</i>							
25	66	100 % Scots pine	24	7.5±0.27	8.7±0.39	III	106
26	50	100 % Scots pine	54	14.1±0.23	15.0±0.62	III	249
27	65	100 % Scots pine	61	15.5±0.50	17.0±0.84	III	286
<i>Fresh bory</i>							
3	50	90 % Scots pine 10 % Silver birch	19	9.9±0.32	11.2±0.53	I	171
4	51	100 % Scots pine	48	15.4±0.27	18.3±0.57	II	329
5	92	100 % Scots pine	61	17.7±0.31	21.1±0.93	II	399
<i>Moist bory</i>							
28	74	90 % Scots pine 10 % Silver birch	29	13.0±0.30	15.5±0.79	I	267
29	76	80 % Scots pine 20 % Silver birch	44	17.0±0.36	23.0±0.85	I	368
30	62	80 % Scots pine 20 % Silver birch	61	21.6±0.44	26.6±0.93	I	488
<i>Fresh subory</i>							
9	50	80 % Scots pine 20 % Silver birch	20	10.9±0.39	10.8±0.49	Ia	192
10	50	100 % Scots pine	39	20.9±0.36	21.9±0.88	I6	477
11	36	90 % Scots pine 10 % Common oak	63	28.8±0.59	33.4±0.87	I6	657

Note: * Scots pine — *Pinussylvestris* L., Silver birch — *Betulapendula* Roth, Common oak — *Quercusrobur* L.

nova); calculation of specific weight by bottle method; determining metabolic and actual acidity according to State Standard 26484–85, as well as humus content by oxidimetric method according to State Standard 4289:2004; determining mobile phosphorus and potassium according to Kirsanov (State Standard 4405:2005), and determining hydrolyzed nitrogen according to Cornfield [13, 14].

RESULTS AND DISCUSSION

Soils on sample plots of SE «Malyn FE» are identified as soddy slightly- and soddy medium-podzolic sandy soils on moraine sediments. The latter soils are characterized by more sharp profile differentiation and the presence of continuous eluvial horizon.

Soils on moraine deposits in dry and fresh bory, and in fresh subory in the upper layer of soil profile to the depth of 70–140 cm are presented by fixed sands, which change into loose sands with depth. In moist bory, fixed sand changes into loose loamy sand from the depth of 70 cm.

Dry bory are characterized by soddy-slightly (medium)-podzolic sandy soils and fixed sandy soils on moraine sediments. Such forest conditions are inherent in high forms of relief. Profile differentiation into genetic horizons is not significant. Podzolic horizon is slightly distinguished on the general background and is characterized by the presence of whitish spots. The main peculiarity of these soils is dryness, because ground water occurs deeper than 3–5 meters and does not take part in soil formation. Under such conditions, the main source of watering is atmospheric precipitation which is drained quickly through sandy thickness outside roots-containing layer of soil. Continuous forest litter forms on the surface of such soils. Its thickness is of 7 cm and it consists of scots pine abscission and grassy vegetation. Humus horizon is of 4–12 cm thickness. The major portion of roots is concentrated in the layer from 0 cm to 40 cm. Considering the acidity these soils belong to medium-, weak-acid and close to neutral soils ($\text{pH} = 4.6\text{--}5.7$).

Forest stand in fresh bory grows on soddy slightly (medium)-podzolic fixed sandy soils

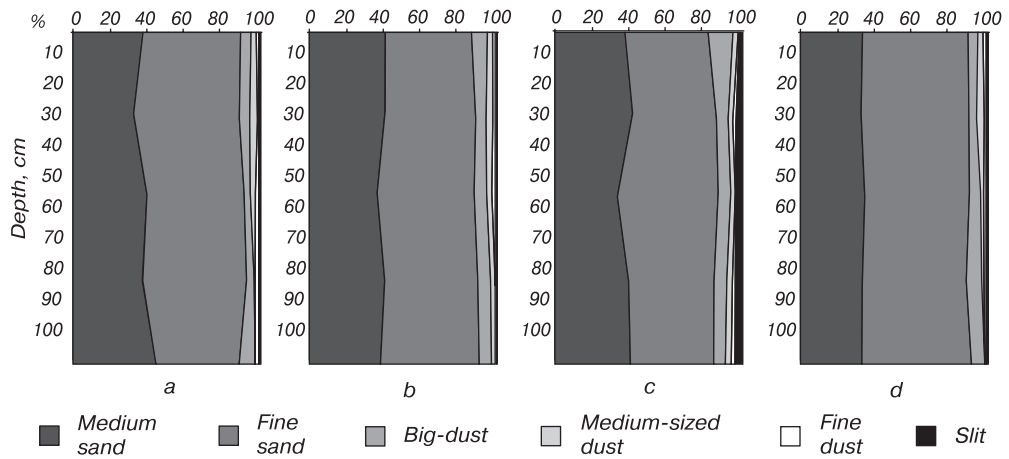
formed on moraine deposits on plain or a little elevated territories. Ground water is located on the depth of 2–4 meters from the soil surface. It provides better conditions for soil watering if compare with conditions in dry bory. The degree and the depth of soil watering considerably depend on the atmospheric precipitations. Forest litter consists of scots pine abscission and grassy vegetation. Such forest litter is of 1–9 cm thickness. Soils contain a lot of roots and the major portion of them is in 0–50 cm layer. The density of humus-eluvial horizon is of 5–18 cm; the density of eluvial horizon is of 4–7 cm; and the density of illuvial horizon is of 20–61 cm. Soil acidity is medium-, and weak-acid – $\text{pH} = 4.5\text{--}5.5$.

Soils of moist bory are represented by one type – soddy medium-podzolic fixed sandy soils formed on moraine deposits. The thickness of the forest litter is of 3–13 cm and it consists of scots pine abscission, the remains of green moss and grassy vegetation. The major portion of roots occurs in soil layer down to 60 cm. Distinct genetic horizons are distinguished in soil profile. Thus, a thick eluvial horizon is located on 7–38 cm depth of soil cut. Values of soil acidity are from medium to neutral ($\text{pH} = 4.7\text{--}6.5$).

Fresh subory are characterized by fixed sandy soils on moraine sediments. According to the type of soil-forming species and soil genetic features these soils can be divided into soddy slightly-podzolic and soddy medium-podzolic. On these areas, ground water occurs on the depth of 2–4 m. The thickness of forest litter, which consists of scots pine abscission, green moss and grassy vegetation, is of 7 cm. Root system is located in soil layer down to the depth of 75 cm. Soil acidity is medium-, weak-acid and close to neutral with corresponding pH values in the interval of 4.8–6.0.

Data generalization shows that the row «dry bory – fresh bory – moist bory – fresh subory» is characterized by the tendency of increasing both maximum values of the depth of roots location (down to 75 cm), and pH values to 6.0–6.5.

The analysis of granulometric composition of soil genetic horizons on sample plots was



Granulometric composition of soddy-slightly (medium) podzolic soils in dry (a), fresh (b), moist bory (c), and fresh subory (d) on moraine deposits, %

made by profile method which visually indicates peculiarities of soil types (Pic.).

Generalized soil profiles built after gathering data obtained from soil cuts under forest cultures of scots pine in different forest conditions are shown in the picture. Ordinate axis presents the depth of horizons occurrence, and abscissa axis presents the content of fractions in percentage. Obtained data indicate that fine sand is the prevailing soil fraction in all forest conditions.

Development of forest stands, first of all, is determined by the depth of root system occurrence. On sample plots, root systems of scots pine occurred down to the depth of 40–75 cm. That's why, we studied the content of nutrients in root-containing layer of soil (Table 2).

After a single-factor analysis of variance of all indices in each of the types of forest conditions, a reliable difference among some of these types was determined. It was proved

Table 2

Indices of granulometric composition and nutrients content in sandy soils on moraine deposits in 50-cm soil layer in different types of forest conditions

Name of the index	Types of forest conditions			
	Dry bory	Fresh bory	Wet bory	Fresh subory
Sand fraction, %	90.29±0.99	86.81±0.70	84.27±1.60	86.96±0.65
Big-sized dust, %	5.06±0.87	7.23±0.61	8.11±1.54	5.80±0.82
Content of clay, %	4.65±0.32	5.96±0.39	7.72±0.34	7.25±0.34
Nitrogencontent, mg·kg ⁻¹ of soil	24.4±0.38	15.9±0.19	32.8±0.82	33.9±0.65
Phosphoruscontent mg·kg ⁻¹ of soil	27.6±0.79	20.1±0.42	29.0±1.17	27.1±0.51
Potassiumcontent mg·kg ⁻¹ of soil	9.0±0.13	9.6±0.05	9.8±0.17	14.9±0.12
Humus content, %	8.1±0.20	5.8±0.11	11.7±0.30	10.8±0.22

Table 3

**Granulometric composition and nutrients content in sandy soils on moraine deposits
in humus-eluvial layer of soil in different types of forest conditions**

Name of the index	Type of forest conditions			
	Dry bory	Fresh bory	Moist bory	Fresh subory
Sand fraction, %	89.04±2.10	85.85±1.36	80.71±3.47	86.20±0.52
Big-sized dust, %	6.03±1.98	7.75±1.24	12.34±2.74	5.99±0.90
Content of clay, %	4.93±0.44	6.40±0.47	6.96±0.74	7.70±0.41
Nitrogen content, mg·kg ⁻¹ of soil	33.6±0.48	24.0±0.23	59.7±1.41	53.7±0.36
Phosphorus content mg·kg ⁻¹ of soil	13.3±0.16	13.0±0.41	11.7±0.09	15.0±0.18
Potassium content mg·kg ⁻¹ of soil	10.0±0.32	11.8±0.07	16.3±0.30	18.7±0.10
Humus content, %	12.1±0.32	10.5±0.17	22.6±0.46	17.9±0.13

that soils in 50-cm root-containing layer differ in their granulometric composition in different types of forest conditions. In bory, when taking each next hygro type the content of physical clay increases by 22%. The same is in moist bory where the content of nitrogen and humus is by 51–52% higher than in fresh bory. Soils in fresh subory have the higher content of clay by 18%, nitrogen by 53%, potassium by 36%, and humus by 46% higher compared to soils in fresh bory.

The part of nutrients necessary for higher plants is located in organic substance of soil — humus. Humus consists of organic compounds and products of their interaction, as well as organic mineral complexes. The highest humus content is observed in the upper horizon of soil mineral part, as far as forest litter and forest abscission are the source for humus formation. Organic substances penetrate into lower horizons because they wash out from upper humus-accumulating horizon (HE). Features of the main nutrients content in humus-eluvial horizon occurred to be the same with features in 50-cm soil layer (Table 3).

Thus, compared to fresh bory, the content of nitrogen is by 60% higher and the content of humus is by 54% higher in upper layer of moist bory. There are clear differences in the contents of nitrogen, potassium and humus in fresh bory and fresh subory. Soils of sample plots contain 37% more potassium and 41–55% more nitrogen and humus, respectively.

CONCLUSIONS

Sandy soils on moraine deposits are characterized by higher acidity, light granulometric composition, insufficient thickness of humus horizon, low humus content and low content of some macro elements. Nitrogen, potassium and humus contents are higher in fresh subory in comparison with fresh bory. Nitrogen and humus contents in soils of moist bory are higher than in fresh bory.

Regularities of changes in granulometric composition and in the content of nutrients in sandy soils on moraine deposits in different forest conditions are similar in upper horizons and in the whole soil profile. Thus, to define changes in characteristics of soils it is important to study just upper fertile soil layer.

ЛІТЕРАТУРА

1. Погребняк П.С. Лісова екологія і типологія лісів: Вибрані праці / П.С. Погребняк. — К.: Наукова думка, 1993. — 496 с.
2. Головні генетичні типи плейстоценових відкладів рівнинної частини Заходу України / А. Богуцький, П. Волошин, Р. Дмитрук та ін. // Географічна

- наука і практика: Виклики епохи: тези доповідей Міжнародної наукової конференції, присвяченої 130-річчю кафедри географії у Львівському університеті (Львів, 16–18 травня 2013 р.). — Львів, 2013. — С. 218–221.
3. Зражевський М.Н. Про вплив строкатості ґрунтів на лісонасадження в умовах Українського Полісся / М.Н. Зражевський // Вісник с.-г. науки. — 1970. — № 1. — С. 60–65.
 4. Олійник В.С. Лісонавство: курс лекцій / В.С. Олійник, Р.М. Вітер. — Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. — 264 с.
 5. Копії С.Л. Вплив лісгосподарських заходів на динаміку мікологічної структури ґрунту / С.Л. Копії, В.П. Оліферчук // Науковий вісник НЛТУ України. — 2010. — Вип. 20.1. — С. 37–47.
 6. Савушич Н.П. Продуктивность основных лесов Полесья УССР в связи с почвенными условиями: автореф. дис. ... с.-х. наук / Н.П. Савушич. — Х., 1989. — 16 с.
 7. Ведмідь М.М. Лісорослинний потенціал дерново-підзолистих ґрунтів у зоні Східного та Центрального Полісся / М.М. Ведмідь, С.П. Распопіна, О.В. Зборовська // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. — 2013. — Вип. 187 (3). — С. 176–184.
 8. Schoenholtz S.H. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities / S.H. Schoenholtz, H. Van Miegroet, J.A. Burger // Forest ecology and management. — 2000. — Vol. 138 (1). — P. 335–356.
 9. Binkley D. Ecology and management of forest soils / D. Binkley, R. Fisher. — 4th ed. — Oxford: Wiley-Blackwell, 2013. — 347 p.
 10. Підвищення продуктивності лісів Житомирщини: тези доповідей, науково-виробничої конференції (Житомир, 19–20 березня 1964 р.) — Житомир, 1964. — 68 с.
 11. Національний атлас України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://igna.org.ua/electr_versiya.html
 12. Ведмідь М.М. Оцінка лісорослинного потенціалу земель: Методичний посібник / М.М. Ведмідь, С.П. Распопіна. — К.: ЕКО-інформ, 2010. — 84 с.
 13. Почвы. Метод определения обменной кислотности: ГОСТ 26484-85 [Електронний ресурс]. — [Дата введення 01.07.1986]. — Режим доступу: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/20253/>
 14. Методическое пособие по аналитическим работам для агрохимической службы Украины. — Ч. 1. — К., 1989. — 118 с.

REFERENCES

1. Pohrebniak P.S. (1993). *Lisova ekolohiya i typolohiya lisiv: Vybrani pratsi* [Forest ecology and typology-offorests: selected works]. Kyiv: Naukova dumka Publ., 496 p. (in Ukrainian).
2. Bohutskyi A., Voloshyn P., Dmytruk R. and others (2013). *Holovni henetychni typy pleistotsenovykh vidkladiv rivnynnoi chastyiny Zakhodu Ukrainy* [The main genetic types of Pleistocene sediments of western Ukrainian plains]. *Heohrafichna nauka i praktyka: Vyklyky epokhy: tezy dopovidei mizhnarodnoi naukovoї konferentsii, prysviachenoi 130-richchiu kafedry heohrafiu u Lvivskomu universyteti* (m. Lviv, 16–18 travnia 2013 r.) [Geographical science and practice: Epoch challenges: International scientific conference dedicated to 130th anniversary of the department of geography at Lviv university (16–18 May 2013)]. Lviv Publ., pp. 218–221 (in Ukrainian).
3. Zrazhevsky M.N. (1970). *Pro vplyv strokatosti gruntiv na lisonasazhennia v umovakh Ukrainiskoho Polissia* [About the influence of soil heterogeneousness on forest plantations in conditions of Ukrainian Polissia]. *Visnyk s.-h. nauky* [Bulletin of Agr. Sciences]. No 1, pp. 60–65 (in Ukrainian).
4. Oliinyk V.S., Viter R.M. (2011). *Lisoznavstvo: kurs lektsii* [Forestry: Lecture course]. Ivano-Frankivsk: Symphony forte Publ., 264 p. (in Ukrainian).
5. Kopii S.L., Oliferchuk V.P. (2010). *Vplyv lisohospodarskykh zakhodiv na dynamiku mikolohichnoi struktury gruntu* [The influence of agricultural activity on the dynamics of mycologic structure of soil]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy* [Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University (UNFU)]. No 20.1, pp. 37–47 (in Ukrainian).
6. Savushchik N.P. (1989). «Productivity of pine forests of Polesie UkrSSR considering soil conditions» Author's abstract of dissertation for obtaining degree of a Candidate of agricultural sciences, 16 p. (in Russian).
7. Vedmid M.M., Raspopina S.P., Zborovska O.V. (2013). *Lisoroslynnyi potentsial demovo-pidzolistykh gruntiv u zoni Shkhidnoho ta Tsentralnoho Polissia* [The capacity for forest production of sod-podzolic soils in eastern and central Polissya]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy* [Journal of National university of bioresources and nature management of Ukraine]. No. 187(3), pp. 176–184 (in Ukrainian).
8. Schoenholtz S., Van Miegroet H. (2000). A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities, Forest ecology and management, Vol. 138 (1), pp. 335–356 (in English).
9. Binkley D., Fisher R. (2013). Ecology and management of forest soils, 4th ed., Oxford: Wiley-Blackwell, 347 p. (in English).
10. *Pidvyshchennia produktyvnosti lisiv Zhytomyrshchyny: tezy dopovidei, naukovo-vyrobnychoї konferentsii* (m. Zhytomyr, 19–20 bereznia 1964 r.) [The increase of forest productivity in Zhytomyr region: Scientific and practical conference (19–20 March 1964)]. Zhytomyr Publ., 68 p. (in Ukrainian).
11. *Natsionalnyi atlas Ukrainy* [National atlas of Ukraine]. Available at: http://igna.org.ua/electr_versiya.html (in Ukrainian).
12. Vedmid M.M., Raspopina S.P. (2010). *Otsinka lisoroslynnoho potentsialu zemel: Metodychnyi posibnyk* [Assessment of forest production of lands: Work-

- book]. Kyiv: Eco-inform Publ., 84 p. (in Ukrainian).
13. GOST 26484-85 *Metod opredeleniya obmennoy kislotnosti Pochvy* [State Standard 26484-85 Soils. Method to calculate changing acidity] (in Russian).
14. *Metodicheskoe posobie po analiticheskim rabotam dlya agrokhimicheskoy slyzhby Ukrainy. Chast 1* [Workbook on analytical works for agrochemical service of Ukraine. Part 1]. Kyiv Publ., 118 p. (in Russian).

УДК 631.417.2

ЗМІНА ГУМУСОВОГО СТАНУ СІРОГО ОПІДЗЕЛЕНОГО ҐРУНТУ ЗА ВПЛИВУ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА ГУМІНОВИХ ДОБРІВ У ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПІ УКРАЇНИ

В.І. Лопушняк¹, С.А. Романова², М.Б. Августинович³

¹ Львівський національний аграрний університет

² ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»

³ Луцький біотехнічний інститут ПВНЗ «Міжнародний науково-технічний університет імені академіка Юрія Бугая»

Наведено результати досліджень зміни вмісту гумусу в сірих опідзолених ґрунтах Західного Лісостепу України. Визначено його залежність від норм внесення мікробіологічного препарату та гумінового добрива. Встановлено, що внесення мікробіологічного препарату та гумінового добрива зумовлює збільшення вмісту гумусу в ґрунті. Найвищий показник приросту вмісту гумусу порівняно з неудобреним варіантом зафіксовано за внесення 10 т/га гумінового добрива. За застосування мікробіологічного препарату спостерігалася позитивна тенденція до змін вмісту гумусу у шарі 0–20 та 20–40 см. Проведені дослідження ефективності використання нетрадиційних систем удобрення за вирощування тритикале ярого свідчать про покращення гумусного стану сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту.

Ключові слова: сірий опідзолений ґрунт, гумус, мікробіологічний препарат, гумінове добриво, система удобрення, тритикале яре.

Зниження вмісту гумусу, від якого залежать фактично всі цінні агрономічні властивості і продуктивність ґрунту, зумовлює порушення оптимальних умов водного і повітряного режимів, зниження активності біологічних процесів, зменшення кількості поживних елементів у доступних формах, посилення ерозійних процесів. Одним із завдань розширеного відтворення родючості ґрунтів є оптимізація найцінніших агрономічних властивостей ґрунту за допомогою різних способів регулювання їх родючості, у т.ч. обробітку ґрунту, внесення добрив тощо.

Ґрунтоутворювальний процес залежить від нагромадження і колообігу органічної речовини, яка, своєю чергою, є джерелом елементів живлення, що вивільняються в процесі мінералізації гумусу [1, 2]. Агрохімічні чинники впливають на стан органічної речовини, змінюючи кількісний та якісний склад гумусу, стійкість проти мінералізації. Інформація про рівень мінералізації і гуміфікації дає змогу успішно управляти органічною речовиною і, відповідно, підтримувати оптимальні умови ґрунту, тобто важливо визначити шляхи ефективного впливу на гумусовий стан, зменшуючи антропогенне навантаження на ґрунт [3, 4].

Позитивний вплив на відтворення та збереження бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті спостерігається як за внесення лише органічних добрив [5], так і за поєднання їх з мінеральними. До того ж саме органо-мінеральна система удобрення сприяє відтворенню родючості ґрунтів з низьким умістом гумусу [6, 7].

Мета дослідження — обґрунтування впливу мікробіологічного препарату Азотер та гумінового добрива на підвищення вмісту гумусу в малопродуктивних ґрунтах Західного Лісостепу України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2012–2014 рр. в умовах фермерського господарства «Надбання», с. Конюхи Локачинського р-ну Волинської обл., що розташоване в межах ґрунтово-кліматичної зони Західного Лісостепу України, де переважають сірі опідзолені та темно-сірі опідзолені ґрунти, типові для цієї місцевості. Ґрунт дослідної ділянки — сірий опідзолений легкосуглинковий.

Досліди закладали згідно зі схемою: 1. Без добрив (контроль); 2. Гній, 15 т/га; 3. $N_{75}P_{50}K_{90}$; 4. Гумінове добриво, 10 т/га; 5. Гумінове добриво, 10 т/га + $N_{50}P_{25}K_{60}$; 6. Азотер, 10 л/га + N_{40} ; 7. Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га; 8. Гній, 5 т/га + $N_{75}P_{50}K_{90}$ + гумінове добриво, 5 т/га.

Площа посівної ділянки — 40 м², облікової — 25 м². Повторність в дослідях — триразова, розміщення варіантів — систематичне. Гумінове добриво, що використовувалося в дослідях, виготовлено на основі органічного сапропелю: вуглець гумінових кислот — 29,3%, N — 0,81; P_2O_5 — 0,28; K_2O — 0,45%, також входять мікроелементи, вітаміни, амінокислоти та низка інших фізіологічно активних речовин.

Мікробіологічний препарат Азотер містить три види штамів бактерій: *Azotobacter chroococcum* ($1,54 \times 10^{10}$ КУО в 1 см³), що беруть участь у несимбіотичній фіксації азоту атмосфери; *Azospirillum brasilense* ($2,08 \times 10^9$ КУО в 1 см³) — рухлива бактерія, що беруть участь у несимбіотичній фіксації азоту атмосфери та витримує температу-

ри понад 30°C; *Bacillus megaterium* ($1,58 \times 10^8$ КУО в 1 см³) — аеробна бактерія, що перетворює важливі макробіогенні елементи ґрунту (наприклад, Р) із нерозчинних у доступні форми для кореневої системи.

У варіантах, де передбачалось внесення мінеральних добрив, використовували під основний обробіток тритикале ярого аміачну селітру (д.р. 34% N), суперфосфат гранульований (д.р. 19% P_2O_5) та калімагнезію (д.р. 29% K_2O).

Пряму дію добрив вивчали за вирощування двох сортів тритикале ярого — Оберіг Харківський та Лосинівське селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Агротехніка вирощування — загальноприйнята для зони Західного Лісостепу України.

Лабораторно-аналітичні дослідження виконували за загальноприйнятими методиками в науково-дослідній лабораторії філіалу кафедри агрохімії та ґрунтознавства Львівського національного аграрного університету (ЛНАУ) при Поліській дослідній станції ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського» НААН (ННЦ ІГА) та випробувальної лабораторії Волинської філії ДУ «Держґрунтохорона» (атестат акредитації № 2Н245 згідно із ДСТУ ISO/IEC 17025-2006). Зокрема, відбір проб здійснювали згідно із ДСТУ 4287:2004 та ДСТУ ISO 11464; вміст: гумусу — методом Тюріна оксидиметрично (ДСТУ 4289-2004); амонійних та нітратних форм азоту — за ДСТУ 4729; рухомих сполук фосфору та калію — методом Чирікова в модифікації ННЦ ІГА (ДСТУ 4405:2005); $pH_{\text{сол.}}$ — потенціометрично (ДСТУ ISO 10390-2007).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

До закладання дослідів вміст гумусу у сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті у гумусово-елювіальному горизонті (HE, 0–32 см), становив 2,18% і зменшувався з глибиною.

Зокрема, в елювіально-ілювіальному гумусованому горизонті (EI (h), 32–65 см) він становив 2,07%; у ілювіальному слабогумусованому (Ip (gl) — 66–145 см) спо-

стерігалоя різке зниження його вмісту — до 1,21%, що є типовим для профілю сірого лісового ґрунту. У перехідному до материнської породи горизонті — нижній частині ілювіального горизонту, лесоподібному суглинку ($P_{gl} > 145$ см) — вміст гумусу становив 0,95%.

Проведені дослідження щодо ефективності використання нетрадиційних систем удобрення за вирощування тритикале ярого свідчать про покращення гумусного стану сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту (табл.).

Застосування органічних та органо-мінеральних систем удобрення сприяло

підвищенню вмісту гумусу у орному шарі ґрунту на 0,01–0,12%, а в підорному — на 0,01–0,1, тоді як на контролі його вміст у середньому для обох сортів становив 2,18 та 2,06% відповідно.

У варіанті з використанням 15 т/га гною спостерігалоя підвищення його вмісту у шарі ґрунту 0–20 см на 0,08% (у шарі 20–40 см — на 0,07%). Високий показник умісту гумусу спостерігається і у варіантах із внесенням 10 т/га гумінового добрива разом із $N_{50}P_{25}K_{60}$ та по 5 т/га гною і гумінового добрива з $N_{75}P_{50}K_{90}$, де приріст становив 0,06–0,07% у шарі ґрунту 0–20 см та 0,06% — у шарі 20–40 см.

Вплив системи удобрення на вміст гумусу в сірому лісовому ґрунті під посівами тритикале ярого (2012–2014 рр.)

№ пор.	Варіанти	Глибина відбору зразка, см	Сорт		Середнє
			Оберіг Харківський, %	Лосинівське, %	
1	Контроль (без добрив)	0–20	2,18	2,18	2,18
		20–40	2,05	2,06	2,06
2	Гній, 15 т/га	0–20	2,20	2,20	2,27
		20–40	2,05	2,05	2,14
3	N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀	0–20	2,16	2,15	2,16
		20–40	2,04	2,01	2,03
4	Гумінове добриво, 10 т/га	0–20	2,28	2,31	2,30
		20–40	2,13	2,19	2,16
5	Гумінове добриво, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	0–20	2,21	2,29	2,25
		20–40	2,07	2,06	2,12
6	Азотер, 10 л/га + N ₄₀	0–20	2,18	2,19	2,19
		20–40	2,06	2,05	2,06
7	Гній, 5 т/га + Азотер, 10 л/га	0–20	2,19	2,20	2,20
		20–40	2,07	2,06	2,07
8	Гній, 5 т/га + N ₇₅ P ₅₀ K ₉₀ + гумінове добриво, 5 т/га	0–20	2,24	2,24	2,24
		20–40	2,11	2,12	2,12
НІР ₀₅ (%)		0–20	0,01–0,03	0,02–0,04	0,01–0,04
		20–40	0,01–0,02	0,01–0,02	0,01–0,02

Найвищий показник приросту вмісту гумусу (0–20 см — 0,12%, 20–40 см — 0,1%) зафіксовано у варіанті із внесенням 10 т/га гумінового добрива. Це обумовлено тим, що під впливом фізіологічно активних сполук гумусових кислот (гумати та фульвати, що входять до складу добрива, становлять 40%) відбувається інтенсифікація процесів утворення їх високомолекулярних форм.

Щодо мінеральної системи удобрення, то у вказаному варіанті вміст гумусу дещо знизився, у середньому для обох сортів: до рівня 2,16% у шарі 0–20 см та до 2,03% — у 20–40 см. Крім того, у варіантах із додатковим внесенням мінеральних форм добрив (10 т/га гумінового добрива + $N_{50}P_{25}K_{60}$) спостерігалось зменшення вмісту гумусу (0–20 см — на 0,05%, 20–40 см — на 0,04%) порівняно із застосуванням лише органічного добрива (10 т/га гумінового добрива), що, на нашу думку, спричинено посиленням процесів мінералізації органічних речовин ґрунту під впливом фізіологічно кислих форм добрив (аміачної селітри, суперфосфату, калімагnezії).

Щодо варіантів із застосуванням мікробіологічного препарату, то у цьому разі

істотних змін гумусного стану не було зафіксовано, спостерігалася лише позитивна тенденція — рівень вмісту гумусу варіював у межах 2,18–2,20 та 2,05–2,07% у шарах 0–20 та 20–40 см відповідно. Позитивний вплив препаратів на вказаний показник обумовлено життєдіяльністю мікроорганізмів, які сприяють активному розкладу органічних решток та синтезу гумусових сполук.

Слід зауважити, що зміни вмісту гумусу було зафіксовано на посівах обох досліджуваних сортів тритикале ярого, проте сортові особливості не мали жодного впливу на їх значення.

ВИСНОВОК

Аналіз проведених досліджень засвідчив, що на вміст гумусу впливає внесення під культуру як мікробіологічного препарату, так і гумінового добрива, що забезпечує стабілізацію, підвищення його вмісту у сірих опідзолених ґрунтах. Натомість, застосування мінеральних добрив не продемонструвало позитивного впливу на зростання цього показника в орному та підорному шарах ґрунту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пшеволоцький М.І. Ґрунти Сокальського пасма і їх антропогенна трансформація / М.І. Пшеволоцький, В.Г. Гаськевич. — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2002. — 180 с.
2. Лактіонов М.І. Проблеми вчення про органічну частину ґрунтів / М.І. Лактіонов // Агрохімія і ґрунтознавство. — 2001. — № 61. — С. 3–11.
3. Sposito G. Chemistry of Soils: Second Edition / Garrison Sposito. — Oxford: University Press, 2008. — Р. 4–7.
4. Трансформація органічної речовини ґрунтів Полісся і Лісостепу при застосуванні добрив / [Е.Г. Дегодюк, Л.І. Нікіфоренко, С.Е. Дегодюк та ін.] // Землеробство. — 2003. — Вип. 75. — С. 3–9.
5. Ansorde H. Untersuchungen über den Einfluss einer langjährigen differenzierten organischen Düngung

auf die Wirkung der mineralischen Stickstoffdüngung / H. Ansorde, R. Jauert // H. Arch. Acker-Pflanzenbau Bodenb. — 1980. — B. 24. — No. 11. — S. 727–736.

6. Романова С.А. Вплив довготривалого застосування добрив на гумусний стан дерново-підзолистого супіщаного ґрунту в Західному Поліссі / С.А. Романова // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. — Львів: Оброшине, 2007. — Вип. 49. — Ч. 1. — С. 145–152.
7. Костюк М.М. Вплив довготривалого застосування добрив і вапна на агрохімічні властивості ясно-сірого лісового поверхнево-оглеєного ґрунту західного Лісостепу: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.01.04. «Агрохімія» / М.М. Костюк. — Х., 2003. — 21 с.

REFERENCES

1. Pshevolotsky M.I., Haskevych V.G. (2002). *Grundy Sokalskoho pasma i yikh antropohenna transformatsiya* [Soils Sokal strands and their anthropogenic transformation]. Lviv: LNU imeni Ivana Franka Publ., 180 p. (in Ukrainian).

2. Laktionov M.I. (2001). *Problemy vchennya pro orhanichnu chastynu gruntiv* [Problems of teaching of organic soils]. Ahrokhimiya i gruntoznastvo, No. 61, pp. 3–11 (in Ukrainian).

3. Sposito G. (2008). Chemistry of Soils: Second Edition. Oxford: Uniwersity Press, pp. 4–7 (*in English*).
4. Dehodyuk E.G., Nikiforenko L.I., Dehodyuk S.E. et al. (2003). *Transformatsiya orhanichnoyi rechovyiny gruntiv Polissya i Lisostepu pry zastosuvanni dobrovy* [Transformation of organic matter soils Polesie and forest-steppe in the application of fertilizers]. *Zemlerobstvo*, Vol. 75, pp. 3–9 (*in Ukrainian*).
5. Ansorde H., Jauert R. (1980). *Untersuchungen uber den Einfluss einer langjahrigen dif-ferenzierten organischen Dungung auf die Wirkung der mineralischen Stick- stoffdungung* [Investigations on the Einfluss a longjahrigen dif-ferenzierten organic fertilizing on the effect of mineral nitrogen stoffdungung]. *H. Arch. Acker-Pflanzenbau Bodenb.*, Vol. 24, No. 11, pp. 727–736 (*in German*).
6. Romanova S.A. (2007). *Vplyv dovhotryvaloho zastosuvannya dobrovy na humusnyy stan dernovo-pidzolistoho supishchanoho gruntu v Zakhidnomu Polissi* [Influence of long application of fertilizers on humus sod-podzolic sandy loam soil in Polissya]. *Peredhirna ta hirske zemlerobstvo i tvarynyystvo* [Foothill and mountain agriculture and livestock]. *Lviv: Obroshyne Publ.*, Vol. 49, Part 1, pp. 145–152 (*in Ukrainian*).
7. Kostyuk N.N. (2003). «Effect of long term application of fertilizer and lime on agrochemical properties of light gray forest gley soil surface-western forest-steppe» Author. Abstract of Candidate of Agricultural Sciences dissertation, Agrochemicals, Kharkiv, 21 p. (*in Ukrainian*).

НОВИНИ

ПОВІДОМЛЕННЯ

Незалежна лабораторія екології насінництва Інституту агроєкології і природокористування НААН, акредитована Національним агентством з акредитації України на відповідність вимогам ДСТУ ISO/IEC17025 (**Атестат про акредитацію № 2Н1448 від 13.02.2017 р.**), пропонує послуги з визначення посівних якостей насіння сільськогосподарських культур.

Аналіз проводиться згідно з нормативними документами, чинними в Україні:

- ДСТУ 4138-2002 (визначення посівної якості насіння **зернових, зернобобових та круп'яних культур, насіння трав однорічних та багаторічних, насіння овочевих, баштанних, кормових і пряно-ароматичних культур**);
- ДСТУ 4138-2002, ДСТУ 2116-92, ДСТУ 3657-97, ДСТУ 3303-96, ДСТУ 3304-96 (визначення посівної якості насіння **олійних, ефіроолійних та технічних культур**);
- ДСТУ 5090-2008, ДСТУ 2292-93, ДСТУ 4751:2007, ДСТУ 4232:2003, ДСТУ 4750:2007 (визначення посівної якості насіння **буряку цукрового**); ДСТУ 7018:2009 (визначення посівної якості **насіння квітково-декоративних культур**).

Наші контакти:

Адреса – вул. Метрологічна, 12, м. Київ-143, 03143

Телефони: (044) 526-23-38, (044) 526-76-76, (067)9144505, (066) 4476834

E-mail: agroecologynaan@gmail.com

<http://www.agroeco.org.ua>

УДК 631.95[632.5:632.51]:581.5:581.9:574.91

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ В ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

В.И. Стародуб, Е.Д. Ткач

Институт агроэкологии і природокористування НААН

Встановлено, що досліджувані технології за системою показників: родючість ґрунту, продуктивність та якість продукції, фітосанітарний стан посівів можуть бути рекомендовані для застосування в агроценозах пшениці озимої, ячменю озимого та кукурудзи. Отримані результати свідчать, що екологічна оцінка технологій вирощування сільськогосподарських культур дає змогу об'єктивно їх оцінити та виявити недосконалі технологічні операції, а також розробити рекомендації щодо їх поліпшення.

Ключові слова: екологічна оцінка, фітосанітарний стан, оптимальний показник, добриво.

В условиях современного научно-технического прогресса значительно усложнились взаимоотношения общества с природой. Человек, получив возможность управлять природными процессами, одновременно начал наносить вред окружающей природной среде, тем самым, загрязняя ее. Ни одна отрасль производства не связана так с использованием природных ресурсов, как сельское хозяйство. Именно поэтому его следует рассматривать в качестве постоянно действующего механизма охраны, культивирования и воспроизводства живых природных богатств, а подходы к нему — как охрану окружающей природной среды. Особенно важно осуществлять экологическую оценку технологий выращивания сельскохозяйственных культур [1].

В условиях современного агропроизводства особое внимание заслуживает изучение и совершенствование экологической оценки загрязнения почв и сельскохозяйственной продукции.

Исследованием и решением этого вопроса занимались украинские ученые, такие как Е.Г. Дегодюк, В.И. Кисель, Н.А. Макаренко и др. [2, 3]. В частности, Н.А. Макаренко в своих трудах утверждает, что

предварительную оценку технологий выращивания сельскохозяйственных культур целесообразно проводить на стадии разработки и апробации, до широкого внедрения в производство. Это поможет оценить степень экологической безопасности технологий, предлагаемых сельскохозяйственным производителям, а также избежать негативного влияния на состояние окружающей природной среды и здоровья людей [3].

В настоящее время этот вопрос изучен недостаточно и требует уточнения. Поэтому целью работы была экологическая оценка почвенных, фитосанитарных условий и качества выращивания таких культур, как пшеница озимая, ячмень озимый, кукуруза в зоне Правобережной Лесостепи Украины.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экологическую экспертизу технологий выращивания зерновых культур проводили в условиях производственного опыта, заложенного на черноземах типичных с использованием органических и минеральных систем удобрения в стационарном опыте фермерского хозяйства (ФХ) «БОН», расположенного в с. Бобрик-1, Любашевского р-на Одесской обл.

Посевная площадь участка под пшеницей озимой составляла 50 га, учетная — 10 м², кукурузы — 15 и 10, ячменя озимого — 35 га и 10 м². Повторность опыта — трехкратная. Агротехника выращивания вышеупомянутых культур соответствовала общепринятой для зерновых культур в зоне Лесостепи Украины.

Схема опыта предполагала изучение вариантов с различными системами удобрения: 1) контроль (без удобрений); 2) N₁₂₀P₉₀K₉₀ + микроэлементы; 3) N₆₀P₆₀K₆₀ + микроэлементы; 4) навоз — 15 т/га.

Для проведения экологической оценки технологий по выращиванию сельскохозяйственных культур была применена следующая группа показателей, а именно:

Плодородие почвы (отклонение от оптимального уровня по содержанию гумуса, подвижных форм азота, фосфора, калия, кислотности почвы).

Качество и безопасность (биохимические, санитарно-гигиенические, биометрические показатели).

Фитосанитарное состояние. Засоренность сорняками, наличие вредителей и болезней сельскохозяйственных культур изучали маршрутно-рекогносцировочным методом. Достоверность и надежность результатов исследования подтверждали данными математической статистики с помощью дисперсионного и регрессионного анализов [4–6].

В ходе проведения экологической оценки руководствовались разработанным образом относительно каждого показателя (табл. 1).

С учетом всех исследуемых показателей нами была проведена комплексная оцен-

ка системы удобрения для установления степени ее совершенства. Экологическую оценку (ЭО) по комплексу показателей проводили с помощью следующего уравнения:

$$ЭО = \frac{\sum n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_n}{n},$$

где n_n — показатель, согласно которому проводится оценка; балл n — количество показателей, по которым проводится оценка.

Совершенство технологий оценивали по количеству рассчитанных баллов:

I — <1,5 балла — технология несовершенна и не может быть рекомендована производству;

II — 1,5–2,4 балла — перед внедрением в производство нуждается в существенной доработке;

III — 2,5–2,9 балла — требуют совершенствования отдельные технологические операции;

IV — 3,0 балла — технология совершенная и может быть рекомендована производству.

Экологическое оценивание технологий по показателям засоренности проводили по методике А.А. Иващенко, в соответствии с показателями поражения вредителями и возбудителями болезней относительно оптимальных показателей [5–7].

С учетом всех исследуемых показателей проводили комплексную оценку норм внесения традиционных (минеральных) и органических удобрений для установления степени их совершенства.

Основные агрохимические показатели почвы и качества сельскохозяйственной продукции определяли по следующим методикам: кислотность почвы — потен-

Таблица 1

Экологическая оценка технологий выращивания

Экологическое состояние	Отклонение от оптимума в сторону ухудшения	Балл
Неудовлетворительное	Превышает 25%	0
Удовлетворительное	Более 10%, но не выше 25%	1
Нормальное	Не превышает 10%	2
Оптимальное	Не наблюдается	3

циометрическим методом; содержание гидролизующего азота — по Корнфилду; обменного калия и подвижного фосфора — по Кирсанову; гумуса — по Тюрину. Биохимические показатели зерновых культур определяли с помощью инфракрасного анализатора «Пэртэн».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате полевых исследований нами была проведена оценка на соответствие плодородия почвы чернозема типич-

ного оптимальным показателям. Оценку производительности культур проводили по биометрическим показателям и фитосанитарному состоянию посевов при использовании предлагаемых технологий.

Как известно, плодородие почвы имеет решающее значение для получения высококачественного урожая, поэтому была проведена оценка ее пригодности путем сравнения фактических значений агрохимических показателей почвы с оптимальными (табл. 2).

Таблица 2

Экологическая оценка (ЭО) соответствия плодородия чернозема типичного оптимальным показателям (ФХ «БОН», с. Бобрик-1), балл*

Вариант	Культура		
	Пшеница озимая	Ячмень озимый	Кукуруза
pH, ед.			
Контроль (без удобрений)	<u>4.5</u> 1	<u>4.7</u> 0	<u>4.3</u> 3
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + микроэлементы	<u>6.6</u> 3	<u>5.3</u> 1	<u>4.9</u> 3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + микроэлементы	<u>6.4</u> 3	<u>5.2</u> 1	<u>4.2</u> 3
Навоз, 15 т/га	<u>6.2</u> 3	<u>4.9</u> 1	<u>3.9</u> 2
Гумус, %			
Контроль (без удобрений)	<u>4.1</u> 3	<u>3.9</u> 1	<u>4.2</u> 3
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + микроэлементы	<u>4.2</u> 3	<u>4.2</u> 2	<u>4.3</u> 3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + микроэлементы	<u>4.5</u> 3	<u>4.1</u> 2	<u>4.1</u> 3
Навоз, 15 т/га	<u>4.7</u> 3	<u>4.2</u> 2	<u>4.4</u> 3
N _{гидр.} , мг/кг			
Контроль (без удобрений)	<u>60</u> 0	<u>59</u> 0	<u>60</u> 1
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + микроэлементы	<u>79</u> 2	<u>91</u> 0	<u>81</u> 3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + микроэлементы	<u>72</u> 1	<u>89</u> 0	<u>79</u> 3
Навоз, 15 т/га	<u>69</u> 1	<u>87</u> 0	<u>78</u> 3

Окончание таблицы 2

Вариант	Культура		
	Пшеница озимая	Ячмень озимый	Кукуруза
P_2O_5 , мг/кг			
Контроль (без удобрений)	<u>121</u> 2	<u>109</u> 0	<u>123</u> 1
$N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы	<u>126</u> 2	<u>128</u> 1	<u>129</u> 1
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы	<u>123</u> 2	<u>124</u> 1	<u>125</u> 1
Навоз, 15 т/га	<u>124</u> 2	<u>120</u> 1	<u>120</u> 1
K_2O , мг/кг			
Контроль (без удобрений)	<u>129</u> 1	<u>119</u> 1	<u>134</u> 3
$N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы	<u>124</u> 1	<u>126</u> 1	<u>139</u> 3
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы	<u>123</u> 1	<u>121</u> 1	<u>131</u> 3
Навоз, 15 т/га	<u>126</u> 1	<u>118</u> 1	<u>129</u> 3
ЭО			
Контроль (без удобрений)	1,4	0,5	2,2
$N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы	2,2	1,6	2,6
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы	2,0	1,2	2,6
Навоз, 15 т/га	2,0	1,2	2,4

Примечание (к табл. 2, 3): * — над чертой показатель, согласно которому проводится оценка, под чертой — балл которому соответствует значение (согласно оптимальным показателям) [3].

Таким образом, показатели кислотности почвы и содержания гумуса в посевах пшеницы озимой во всех исследуемых вариантах соответствовали оптимальной ЭО. По азоту ЭО была неудовлетворительной на контроле, удовлетворительной — при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы, а также навоза в количестве 15 т/га, нормальной — в варианте с $N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы; по фосфору — во всех вариантах нормальной; по калию — удовлетворительной.

В посевах кукурузы на зерно показатели кислотности почвы были оптимальные

в вариантах $N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы и на контроле. При внесении навоза имела место нормальная ЭО; показатели гумуса и калия были оптимальные во всех вариантах; фосфора — удовлетворительные; азота — удовлетворительные на контроле и оптимальные в вариантах с $N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы и при внесении навоза.

В посевах ячменя озимого показатель кислотности почвы был неудовлетворительным на контроле, удовлетворительным

в вариантах с $N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы, а также при внесении навоза в количестве 15 т/га; гумуса — удовлетворительным на контроле и нормальным при применении: $N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы и при внесении навоза в количестве 15 т/га; азота — во всех исследуемых вариантах были неудовлетворительными; показатели фосфора и калия продемонстрировали удовлетворительную ЭО во всех вариантах, за исключением фосфора на контроле, где его значение было неудовлетворительным (табл. 2).

Структура показателей качества сельскохозяйственной продукции включает физические, биохимические, санитарно-

гигиенические показатели. Поэтому нами была проведена экологическая оценка выращивания культур по биометрическим показателям (производительности) (табл. 3).

Следует отметить, что показатели массы 1000 зерен, белка и клейковины в посевах пшеницы озимой на контроле соответствовали удовлетворительной ЭО, тогда как в вариантах с внесением $N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы и навоза — нормальной. Урожайность на контроле определялась как неудовлетворительная, при внесении $N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы — оптимальная, а при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы и навоза была отмечена нормальная ЭО.

Таблица 3

Экологическая оценка (ЭО) технологий выращивания пшеницы озимой, ячменя озимого и кукурузы биометрическим показателям (ФХ «БОН», с. Бобрин-1), балл*

Вариант	Культура		
	Пшеница озимая	Ячмень озимый	Кукуруза
Масса 1000 зерен, г			
Контроль (без удобрений)	<u>37.1</u> 1	<u>44.3</u> 1	<u>185</u> 2
$N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы	<u>39.2</u> 2	<u>47.5</u> 2	<u>191</u> 2
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы	<u>38.9</u> 2	<u>47.2</u> 2	<u>189</u> 2
Навоз, 15 т/га	<u>38.8</u> 2	<u>47.0</u> 2	<u>186</u> 2
Белок, %			
Контроль (без удобрений)	<u>11.0</u> 1	<u>8.8</u> 1	<u>14.2</u> 1
$N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы	<u>13.2</u> 2	<u>10.7</u> 2	<u>16.8</u> 2
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы	<u>12.9</u> 2	<u>10.5</u> 2	<u>16.3</u> 2
Навоз, 15 т/га	<u>12.1</u> 2	<u>9.9</u> 1	<u>16.6</u> 2
Клейковина, %			
Контроль (без удобрений)	<u>24.1</u> 1	—	—

Вариант	Культура		
	Пшеница озимая	Ячмень озимый	Кукуруза
$N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы	$\frac{26,7}{2}$	—	—
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы	$\frac{25,9}{2}$	—	—
Навоз, 15 т/га	$\frac{26,0}{2}$	—	—
Урожайность, т/га			
Контроль (без удобрений)	$\frac{2,32}{1}$	$\frac{3,2}{3}$	$\frac{5,52}{1}$
$N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы	$\frac{2,94}{3}$	$\frac{3,7}{3}$	$\frac{6,3}{2}$
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы	$\frac{2,85}{2}$	$\frac{3,42}{3}$	$\frac{5,7}{1}$
Навоз, 15 т/га	$\frac{2,87}{2}$	$\frac{3,61}{3}$	$\frac{5,9}{1}$
ЭО			
Контроль (без удобрений)	1,0	1,6	1,3
$N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы	2,2	2,3	2,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы	2,0	2,3	1,6
Навоз, 15 т/га	2,0	2,0	1,6

Таким образом, технология выращивания пшеницы озимой и кукурузы с применением $N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы по биометрическим показателям является экологически оптимальной.

Экологическая оценка технологий по фитосанитарному состоянию посевов включала показатели засоренности сорняками, наличия вредителей и болезней (табл. 4).

В результате исследований установлено, что по фитосанитарным показателям агроценозы пшеницы озимой и кукурузы на зерно при внесении $N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы и $N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы ЭО была неудовлетворительной — 0,6. В противоположность этому, при использовании данных удобрений на посевах ячменя озимого ЭО была нормальной — 1,0–2,0 (табл. 4).

Комплексная ЭО технологий выращивания культур при внесении минеральных удобрений имела высший балл (II — удовлетворительная) по сравнению с контролем и внесением органических удобрений (I — неудовлетворительная). В агроценозах кукурузы при внесении $N_{120}P_{90}K_{90}$ + микроэлементы ЭО была удовлетворительной (II), тогда как на контроле и при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ + микроэлементы и навоза в количестве 15 т/га, наоборот, была неудовлетворительной (табл. 5).

В итоге, комплексная ЭО свидетельствует о несовершенстве технологий. Последние нуждаются в существенной доработке, следовательно: система удобрения пшеницы озимой, кукурузы и ячменя озимого должна учитывать уровень плодородия почвы и предусматривать увели-

Таблица 4

Экологическая оценка (ЭО) технологий выращивания пшеницы озимой, ячменя озимого и кукурузы по фитосанитарному состоянию (ФХ «БОН», с. Бобрин-1), балл

Вариант	Культура		
	Пшеница озимая	Ячмень озимый	Кукуруза
По показателям засоренности			
Контроль (без удобрений)	0	0	0
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + микроэлементы	0	1	1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + микроэлементы	1	0	0
Навоз, 15 т/га	0	0	0
По распространению вредителей			
Контроль (без удобрений)	0	0	0
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + микроэлементы	1	1	0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + микроэлементы	0	1	0
Навоз, 15 т/га	0	1	1
По распространению болезней			
Контроль (без удобрений)	0	0	0
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + микроэлементы	1	1	1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + микроэлементы	1	0	0
Навоз, 15 т/га	1	0	0
ЭО			
Контроль (без удобрений)	0	0	0
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + микроэлементы	0,6	1,0	0,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + микроэлементы	0,6	2,0	0
Навоз, 15 т/га	0,3	0,3	0

чение норм применения удобрений для достижения соответствующих оптимальных параметров; обработка почвы должна дополняться системой защиты растений и предусматривать улучшение фитосанитарного состояния посевов. Данные изменения в технологиях будут способствовать повышению производительности исследуемых культур и обеспечению необходимого уровня рентабельности их выращивания.

ВЫВОДЫ

Результаты проведенных исследований по показателям плодородия почвы (содержание гумуса, азота, фосфора, калия) биометрическим показателям свидетельствуют о том, что технологии выращивания пшеницы озимой и кукурузы с использо-

ванием минеральных удобрений являются экологически оптимальными. Для ячменя озимого использование минеральных удобрений является экологически удовлетворительным, поэтому требует доработки и усовершенствования.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что ЭО технологии выращивания сельскохозяйственных культур позволяет объективно оценить и выявить несовершенные технологические операции с целью последующей разработки рекомендации по их улучшению.

Такой подход гарантирует всестороннюю оценку технологий и внедрение в производство только тех из них, которые обеспечат высокую эффективность и соответствие экологическим нормативам.

Таблиця 5

Комплексная экологическая оценка (ЭО) технологий выращивания пшеницы озимой, ячменя озимого и кукурузы по показателям плодородия, производительности, фитосанитарного состояния (ФХ «БОН», с. Бобрин-1), балл

Вариант	ЭО			ЭО комплексная	Оценка, балл
	Плодородия	Продуктивности	Фито-санитарного состояния		
Пшеница озимая					
Контроль (без удобрений)	1,4	1,0	0	0,8	I
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + микроэлементы	2,2	2,2	0,6	1,6	II
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + микроэлементы	2,0	2,0	0,6	1,5	II
Навоз, 15 т/га	2,0	2,0	0,3	1,4	I
Ячмень озимый					
Контроль (без удобрений)	0,5	1,6	0	0,7	I
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + микроэлементы	1,6	2,3	1,0	1,6	II
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + микроэлементы	1,2	2,3	2,0	1,8	II
Навоз, 15 т/га	1,2	2,0	0,3	1,1	I
Кукуруза					
Контроль (без удобрений)	2,2	1,3	0	1,1	I
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + микроэлементы	2,6	2,0	0,6	1,7	II
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + микроэлементы	2,6	1,67	0	1,4	I
Навоз, 15 т/га	2,4	1,67	0	1,3	I

ЛИТЕРАТУРА

1. *Августинівич М.Б.* Екологічна оцінка технологій вирощування ярого тритикале в умовах Західного Лісостепу України / М.Б. Августинівич // Збалансоване природокористування. — 2016. — № 1. — С. 80–85.
2. Регулювання азотного режиму ґрунтів і нітратне забруднення навколишнього середовища / Е.Г. Дегодюк, В.Ф. Сайко, М.С. Корнійчук та ін. // Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва. — К.: Урожай, 1992. — С. 45–100.
3. Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації / За ред. Н.А. Макаренка, В.В. Макаренка. — К., 2008. — 84 с.
4. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) / Б.А. Доспехов. — 5 изд., доп. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
5. *Іващенко А.А.* Бур'яни в агроценозах. — Біла Церква: Світ, 2001. — 234 с.
6. *Комаров Н.Ф.* Методика геоботанического исследования сорной растительности / Н.Ф. Комаров // Метод. полевые геоботан. исследования. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. — Т. 2. — С. 143–161.
7. Екологіческая експертиза технологій вирощування зернових культур (на прикладі технологій вирощування пшениці ярової в зоні северной Лесостепі) / Н.А. Макаренко, В.І. Бондарь Ю.А. Никитюк и др. // Агроэкологич. журн. — 2009. — № 1. — С. 24–30.

REFERENCES

1. Avhustynovych M.B. (2016). *Ekolohichna otsinka tekhnologii vyroshchuvannya trytykale yaroho v umovakh Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy* [Ecological assessment of growing technologies of spring triticale in Western Forest Steppe of Ukraine]. Zbalansovane pryrodokorystuvannya [Balanced Nature Using], No. 1, pp. 80–85 (in Ukrainian).

2. Dehodiuk E.H., Saiko V.F., Kornijchuk M.S. et al. (1992). *Rehuliuвання azotnoho rezhymu gruntiv i nitratne zabrudnennia navkolyshnoho seredovysha* [Regulation of soil nitrogen regime and nitrate environmental pollution]. Kyiv, «Urozhai» Publ., pp. 45–100 (in Ukrainian).
3. Makarenko N.A., Makarenko V.V., Bondar V.I. et al. (2008). *Ekolohichna ekspertyza tekhnolohii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur: metoduchy rekomendacyy* [Ecological expertise of growing technologies of agricultural crops: guidelines]. Kyiv Publ., 28 p. (in Ukrainian).
4. Dosphehov B.A. (1985). *Metodyka polevogo opyta (s osnovamy statystycheskoy obrabotky rezultatov yssledovanya)* [Methods of field experience with the fundamentals of statistical processing of research results]. Moscow: Agropromizdat Publ., 351 p. (in Russian).
5. Ivashchenko A.A. (2001). *Buryanu v agrocenozax* [Weeds in agrocenoses]. Bila Tserkva: Svít Publ., 234 p. (in Ukrainian).
6. Komarov N.F. (1940). *Metodyka heobotanycheskoho yssledovannya sornoï rastytelnosti* [Methodology of geobotanical investigations weed vegetation]. Moscow, AN SSSR Publ., Vol. 2, pp. 143–161 (in Russian).
7. Makarenko N.A., Bondar V.I., Nikitiuk Yu.A. (2009). *Ekolohichna ekspertyza tekhnolohii vyroshchuvannya zernovykh kultur (na prykladi tekhnolohii vyroshchuvannya pshenytsi yaroï v zoni pivnichnoho Lisostepu)* [Ecological expertise of growing technologies of grain crops (on the example of growing technologies of spring wheat in the area of the northern forest-steppe)]. *Agroekologichnyi zhurnal* [Agroecological journal], No. 1, pp. 24–30 (in Ukrainian).

УДК 631.8.632.633.34

ВПЛИВ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ

Л.І. Прус

Подільський державний аграрно-технічний університет

*Викладено результати дослідження сукупності агроекологічних чинників, їх впливу на продуктивність сої та реакцію на них сучасних сортів в умовах Західного Лісостепу України. Використано композиції мікроорганізмів, що дають можливість прискорити ріст і розвиток рослин, зменшити поширення хвороб, підвищити продуктивність та покращити якість продукції. Досліджено вплив сидеральних добрив на ріст і розвиток рослин сої. Встановлено позитивний вплив обприскування посівів у фазі цвітіння мікробним препаратом Хетомік на основі штаму *Chaetomium cochliodes* на врожайність та якість насіння сої. Виявлено різну реакцію досліджуваних сортів сої. Найбільш чутливими до чинників впливу виявилися сорти Анжеліка і Георгіна.*

Ключові слова: соя, бактеріальна обробка, сидеральні добрива, мікробіологічні препарати, хвороби, продуктивність, якість.

Загальновідомо, що природне землеробство, основане на насиченні сівозміни (не менше 25%) бобовими культурами, органічними добривами, дає змогу інтенсифікувати природні процеси біологічної фіксації азоту повітря, іммобілізації важкорозчинних фосфатів ґрунту і, зрештою, істотно зменшити використання мінеральних (зокрема, енергозатратних азотних) добрив та інших хімічних меліорантів [1, 2].

Сільськогосподарське виробництво залежить від активності різноманітних організмів, які забезпечують живлення та розвиток рослин, тварин, біологічний контроль за шкідниками (комахами-фітофагами, гризунами) та бур'янами, а також родючість ґрунту тощо [3, 4].

В Україні розроблено експериментальні комплексні мікробні добрива, що містять іннокуляційний матеріал бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*.

Мета роботи — визначення впливу на продуктивність різних сортів сої в умовах

Західного Лісостепу України таких чинників: сидеральні добрива, інокуляція насіння, обприскування посівів мікробним препаратом.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові досліді закладали у 2011–2015 рр. на полях Хмельницького обласного державного центру експертизи сортів рослин Українського інституту експертизи сортів рослин відповідно до загальноприйнятої методики.

Вивчали дію та взаємодію різних агротехнічних прийомів під час вирощування сої у польових умовах.

Ґрунт дослідного поля — чорнозем опідзолений середньосуглинковий, слабозмитий. Агрохімічні показники шару (0–30 см): гумус за Тюрнімом — 3,2–3,6; рН (сольове) — 5,5–6,0; гідролізований азот — 12 мг на 100 г ґрунту, рухомий фосфор — 23,0; обмінний калій — 11,0 мг на 100 г ґрунту.

Клімат та метеорологічні умови у 2011–2015 рр. характеризувались задовільною кількістю опадів та тепловим режимом. Сума ефективних температур вище 10°C за вегетаційний період сої становила 2815°C, кількість опадів — 699,1 мм при середній температурі 19,4°C. Тобто метеорологічні умови п'яти років досліджень були оптимальними та сприятливими для вирощування скоростиглих та середньостиглих сортів сої.

Упродовж п'яти років були проведені польові дослідження щодо застосування мікробних штамів бульбочкових бактерій 634Б, 614А та М-8 на двох фонах (внесення сидеральних добрив та без них), а також застосування в процесі вегетації культури препарату мікробного походження Хетомік.

Схема дослідів:

I. Фактор «А» — удобрення: 1. Контроль (без добрив), 2. Сидеральне добриво. II. Фактор «В» — сорт: 1. Легенда (контроль), 2. Анжеліка, 3. Ксенія, 4. Георгіна. III. Фактор «С» — обробка насіння: 1. Контроль (без обробки), 2. Штам *Bradyrhizobium japonicum* 634Б у дозі 200 тис. клітин на одну насінину, 3. Штам *Bradyrhizobi-*

um japonicum 614А у дозі 200 тис. клітин на одну насінину, 4. Штам *Bradyrhizobium japonicum* М-8 у дозі 200 тис. клітин на одну насінину. IV. Фактор «Д» — обприскування посівів: 1. Контроль (без обприскування), 2. Хетомік у дозі 100 мл/га (обприскування посівів у фазі цвітіння з витратою робочого розчину 250 л/га. (Фактор «А» — 2 × Фактор В — 4 × Фактор «С» — 3 × Фактор «Д» — 2 за трикратної потворності на 192 ділянках). Площа загальної ділянки — $40 \text{ м}^2 \times 192 = 0,80$ га. Облікова площа ділянки — $25 \text{ м}^2 \times 192$ ділянок = 0,60 га. Площа під дослідом — 1,0 га. Дослідження проводилися із рекомендованими для зони Лісостепу сортами сої: Легенда, Анжеліка, Ксенія та Георгіна.

Дослідження щодо впливу сидерального добрива, обробки насіння штамми бактерій 634Б, 614А і М-8 та обприскування посівів у фазі цвітіння препаратом Хетомік на основі штаму *Chaetomium cochliodes* 3250 на ріст та розвиток сої проводили впродовж 2011–2015 рр. Препарат Хетомік створено в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (м. Чернівці). Це — сухий порошок коричневого кольору, у 1 г якого міститься $8\text{--}9 \cdot 10^8$ сумкоспор гриба. Біопрепарат Хетомік рекомендовано для передпосівної обробки насіння та обприскування посівів сільськогосподарських культур у відкритому ґрунті, а також для безпосереднього внесення у ґрунт з органічною речовиною (гній, солома, сидерат тощо) у закритому ґрунті. Препарати для досліджень надав Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН [2, 4]. Агротехніка вирощування сої — загальноприйнята [2, 3].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Інокуляція насіння сої штамми бульбочкових бактерій, обприскування посівів препаратом мікробного походження Хетомік на фоні сидеральних добрив позитивно вплинули на ріст і розвиток рослин різних сортів сої.

Так, залежно від виду препарату та внесення добрив, висота рослин переви-

щувала контроль на 8–20 см, висота кріплення нижнього бобу становила 12–18 см у варіантах із внесенням сидеральних добрив, інокуляції насіння штамами та обприскування посівів мікробіологічним препаратом.

У варіантах із внесенням сидерального добрива, інокуляції насіння штамами 634Б і М-8 та обприскування посівів Хетоміком спостерігалось інтенсивне гілкування з утворенням додаткових листків та бобів.

Густота рослин істотно не змінювалась. Важливою умовою максимально ефективного використання сонячної енергії є формування рослинами оптимальної листової поверхні та тривале перебування асиміляційної поверхні в активному стані. Максимальна площа листової поверхні чотирьох сортів сої (46–52 тис. м²/га) була сформована на ділянках, де вносили в ґрунт сидеральні добрива, перед посівом насіння обробляли штамом М-8, а самі посіви — Хетоміком. Приріст листової маси був на 3,4–4,1 тис. м²/га більше порівняно з ділянками, де не вносили сидеральне добриво та не обробляли насіння і посіви.

Для забезпечення сої біологічним азотом велике значення має кількість та маса бульбочок на кореневій системі рослин. У контрольному варіанті без бактеризації та добрив кількість бульбочок на 1 рослину становила 5–8 од. масою 1,40–1,80 г.

Найбільша кількість бульбочок сформувалась на фоні внесення сидеральних добрив та обприскування посівів Хетоміком, зокрема: за обробки насіння сорту Легенда препаратом М-8 — 72 од. (масою 7,6 г), обробки насіння сорту Анжеліка штамом М-8 — 76 (8,0), сорту Ксенія штамом М-8 — 72 (7,3), сорту Георгіна штамом М-8 — 83 од. (масою 8,4 г). Проведені фенологічні спостереження свідчать, що за сприятливих весняних погодних умов та задовільної вологості шару ґрунту 5 см було одержано дружні сходи на 9–12 день після сівби.

Початок фенологічних фаз (поява 1-го трійчатого листка, бутонізація, цвітіння) на ділянках, де вносили сидеральне добриво, спостерігався на 3–4 дні раніше (у інших варіантах з обробкою бактеріальними

препаратами — на 1–2 дні раніше), ніж на контролі без добрив та обробок.

Достигання насіння, навпаки, спостерігалось спочатку на контролі без добрив. На ділянках із внесенням сидеральних добрив відставання росту і розвитку рослин становило 8–10 днів, де продовжувалась їх вегетація.

Температура повітря вегетаційного періоду сої у 2011 р. була на 2,3–5,3°C та 2012 р. на 3,0–5,7°C вищою від середньобагаторічних показників, що сприяло зменшенню розвитку хвороб. У процесі обстеження посівів нами відзначено кореневі гнилі сходів, пероноспороз, церкоспороз, септоріоз і бактеріоз сої. У 2011–2015 рр. було зафіксовано вищий рівень ураження рослин сої септоріозом та церкоспорозом — від слабого до середнього ступенів.

Вплив штамів бульбочкових бактерій М-8 та 634Б і біопрепарату Хетомік для захисту рослин сої від хвороб можна трактувати не як пряму дію на захворюваність, а швидше, як наслідок покращення умов для росту і розвитку, формування симбіотичної продуктивності, звільнення рослин від супутніх хвороб. Зниженню рівня ураження могла посприяти антагоністична дія мікробіологічних препаратів (бактерій) на збудники захворювань рослин. Біологічні агенти мікробіологічного препарату впливали не тільки на ріст та розвиток рослин, активність процесів азотфіксації, зменшення розвитку та поширення хвороб, а й сприяли формуванню елементів додаткового врожаю від обробки насіння та посівів.

Встановлено, що інокуляція насіння азотфіксуючими штамами у поєднанні з обприскуванням посівів, на фоні внесення сидеральних добрив, істотно впливає на збільшення репродукційних органів рослин сої. Так, частка бобів у цьому варіанті збільшилась на 18%, кількості і маси насіння з однієї рослини — на 25 і 1,1% відповідно.

Структурний аналіз, проведений у лабораторних умовах, свідчить, що наприкінці вегетаційного періоду середня висота рослин сої сорту Легенда становила 74 см, сорту Анжеліка — 94, сорту Ксенія — 86 та

сорту Георгіна — 103 см. Висота кріплення нижніх бобів у середньому в досліді становила 12–18 см, що відповідає технологічним вимогам для прямого збирання комбайном. У середньому в досліді на одній рослині налічувалося майже 42 од. бобів — сорт Легенда, 50 — сорт Анжеліка, 46 — сорт Ксенія та 54 од. — сорт Георгіна. З однієї рослини вихід здорових насінин варіює у межах: 38–86 од. — сорт Легенда (у середньому 72 од.); 36–96 — сорт Анжеліка; 34–81 — сорт Ксенія; 40–100 од. — сорт Георгіна. Тобто на кожен добре розвинений біб у середньому припадає дві кондиційні насінини. Маса насіння з однієї рослини сої сорту Легенда в середньому становить майже 13 г, Анжеліка — 15, Ксенія — 14 та Георгіна — 15 г. Маса 1000 насінин за сортами становить: Легенда — 161 г, Анжеліка — 172, Ксенія — 163, Георгіна — 175 г.

За результатами аналізу показників урожайності, отриманих за п'ять років досліджень (табл. 1), встановлено, що оптимальним варіантом виявилась інокуляція насіння штамми 634Б, 614А та М-8 з одночасним обприскуванням посівів сої Хетоміком на фоні внесення сидеральних добрив. Приріст урожаю за цих умов становить (за сортами): Легенда — 0,48 т/га, або 20,6%, Анжеліка — 0,45, або 8,7, Ксенія — 0,39, або 15,3 і Георгіна — 0,45 т/га, або 17,4% порівняно з контролем (без інокуляції та без внесення сидеральних добрив).

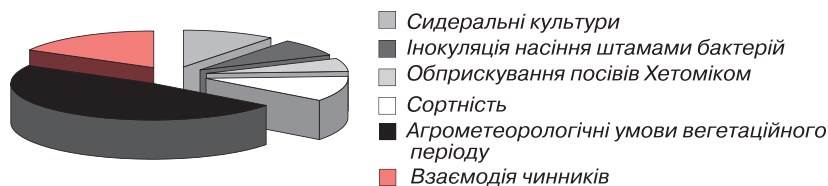
Результати аналізу даних продуктивності сої сортів Легенда, Анжеліка, Ксенія та Георгіна (рис.) свідчать, що ступінь впливу досліджуваних чинників розподілився так: погода (чинник — рік вирощування) — 47,6%, взаємодія чинників — 17,0, сортність — 11,1, сидеральні добрива —

Таблиця 1

Урожайність сортів сої залежно від обробки насіння і посівів мікробними препаратами та внесення сидеральних добрив, середнє за 2011–2015 рр.

Варіант досліді	Урожайність сортів, т/га			
	Легенда	Анжеліка	Ксенія	Георгіна
Контроль (без інокуляції)	2,33* 2,62**	2,41 2,67	2,55 2,77	2,59 2,85
Інокуляція насіння <i>B. japonicum</i> М-8	2,49 2,69	2,60 2,77	2,71 2,86	2,75 2,95
Інокуляція насіння <i>B. japonicum</i> 634Б	2,53 2,75	2,64 2,81	2,73 2,89	2,76 2,96
Інокуляція насіння <i>B. japonicum</i> 614А	2,49 2,72	2,62 2,79	2,71 2,86	2,81 2,98
Обприскування посівів Хетоміком, без інокуляції	2,48 2,69	2,57 2,73	2,68 2,82	2,74 2,92
Інокуляція насіння <i>B. japonicum</i> М-8 + обприскування посівів Хетоміком	2,52 2,74	2,68 2,81	2,80 2,92	2,83 3,01
Інокуляція насіння <i>B. japonicum</i> 634Б + обприскування посівів Хетоміком	2,60 2,81	2,72 2,86	2,81 2,94	2,84 3,02
Інокуляція насіння <i>B. japonicum</i> 614А + обприскування посівів Хетоміком	2,57 2,77	2,71 2,83	2,79 2,93	2,87 3,04
Середнє	2,61	2,70	2,80	2,87
НР ₀₅	0,02	0,02	0,03	0,03

Примітка: * — урожайність без внесення та ** — за внесення у ґрунт сидеральних добрив.



Частка впливу чинників на продуктивність сортів сої, середнє за 2011–2015 рр.

Таблиця 2

Економічна ефективність застосування штаму 634Б за інокуляції насіння, внесення сидеральних добрив та обприскування посівів для вирощування сої сорту Легенда, середнє за 2011–2015 рр.

№ пор.	Показник	Контроль	Штам 634Б	Відхилення (±)	
				Абсолютне	%
1.	Урожайність, т/га	2,33	2,81	+0,48	+20,6
2.	Витрати на основну продукцію, грн/га	5214	5922	+708	+11,4
3.	Повна собівартість 1 ц продукції, грн	223,8	210,7	+13,1	–5,9
4.	Валовий дохід, грн/га	18640,0	22480,0	+3840	+ 12,1
5.	Прибуток, грн/га	13426,0	16558,0	+3132	123
6.	Рівень рентабельності, %	257,5	279,6	+22,1	+8,6
7.	Окупність прибутком додаткових витрат на інокуляцію, грн/грн	—	4,4	—	—

10,5, інокуляція — 7,7, обприскування посівів — 6,1%.

Вплив комплексного чинника у поєднанні з підвищенням валового доходу від реалізації продукції (на 12,1%) сприяє зростанню обсягу прибутку (на 12,3) та підвищенню загального рівня рентабельності виробництва (на 8,6%). Окупність прибутком додаткових витрат на інокуляцію, сидерацію та обприскування посівів становить 4,4 грн/грн.

Отже, залежно від застосування штамів бульбочкових бактерій, встановлено різну реакцію на них досліджуваних сортів. Рослини цих сортів формували більшу кількість бобів, повноцінного насіння, бульбочок на кореневій системі, площу листової поверхні, також підвищувалася маса бульбочок на корені однієї рослини та маса 1000 насінин, збільшувався вміст олії, протеїну та вихід кормових одиниць.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що домінуючими хворобами в посівах сої були септоріоз та церкоспороз. За обробки насіння та посівів біопрепаратами на фоні внесення у ґрунт сидеральних добрив рослини сої були найстійкішими до патогенів. Взаємодія всіх досліджуваних чинників забезпечувала зниження захворюваності на септоріоз на 35% і церкоспороз — на 42%.

Залежно від застосування інокуляції насіння, обробки посівів та внесення сидеральних добрив, встановлено різну реакцію сортів сої. Найбільш чутливими до чинників впливу виявилися сорти Анжеліка і Георгіна. Рослини цих сортів формували більшу кількість бобів, повноцінного насіння, бульбочок на кореневій системі, площу листової поверхні, також підвищувалася маса бульбочок на корені однієї рослини та маса 1000 насінин.

Встановлено, що в умовах Західного Лісостепу насіння сортів сої перед сівбою доцільно інокулювати штамми бульбочкових бактерій 634Б та М-8 на фоні внесення у ґрунт сидеральних добрив. Посіви

цих сортів рекомендовано обприскувати у фазі цвітіння біопрепаратом Хетомік у дозі 100 мл/га, з використанням робочого розчину 250 л/га.

ЛІТЕРАТУРА

1. Система органического земледелия в Украине / С. Антонец, Г. Лукьяненко, В. Писаренко, П. Писаренко // *Зерно*. — 2015. — № 3. — С. 30–36.
2. Гаркавенко Ю. Прогноз урожая масличных культур в Украине / Ю. Гаркавенко // *Зерно*. — 2015. — № 3. — С. 36–38.
3. Дерев'янський В.П. Реакція рослин сої на застосування штамів бульбочкових бактерій та сидеральних добрив за різних погодних умов / В.П. Дерев'янський, Н.В. Ковальчук // *Агро-екологічний журнал*. — 2015. — № 2. — С. 69–74.
4. Методика випробування і застосування пестицидів / С.О. Трибель, Д.Д. Сігарьова, М.П. Секун та ін.; за ред. проф. С.О. Трибеля. — К.: Світ, 2001. — 448 с.

REFERENCES

1. Antonets S., Lukyanenko G., Pisarenko V., Pisarenko P. (2015). *Sistema organicheskogo zemledeliya v Ukraine* [Organic farming system in Ukraine]. Zerno Publ., No. 3, pp. 30–36 (in Russian).
2. Garkavenko Yu. (2015). *Prognoz urozhaya maslichnykh kultur v Ukraine* [Forecast harvest of oilseeds in Ukraine]. Zerno Publ., No. 3, pp. 36–38 (in Russian).
3. Derevianskyi V.P., Kovalchuk N.V. (2015). *Reaktsiia rosllyn soi na zastosuvannia shtamiv bulbochkovykh bakterii ta syderalnykh dobryv za riznykh pohodnykh umov* [Reaction of soybean plants to use strains of rhizobia and fertilizers syderalnyh for different weather conditions]. *Ahroekolohichnyi zhurnal* [Agroecological journal]. No. 2, pp. 69–74 (in Ukrainian).
4. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. (2001). *Metodyka vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv* [Methods of testing and use of pesticides]. Kyiv: Svit Publ., 448 p. (in Ukrainian).

НОВИНИ

Шановні колеги!

Запрошуємо Вас до участі у засіданні круглого столу на тему «БІОГЕОХІМІЯ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У АГРОЛАНДШАФТАХ»

Метою круглого столу є посилення існуючих і формування нових міжгалузевих наукових зв'язків у дослідженнях мікроелементів на основі біогеохімічного вчення, започаткованого В.І. Вернадським.

До участі запрошено фахівців наукових інститутів НААН і НАН України, НАН Білорусі, Української геологічної компанії, агроекологічних університетів України, Білоруського державного університету.

Ключові питання обговорення:

1. Історія формування і розвитку біогеохімії.
2. Біологія і екологія мікроелементів.
3. Біогеохімічне і агроекологічне районування України.
4. Методологія агроекологічного оцінювання мікроелементів у агроландшафтах.
5. Мікроелементози і фітопатології сільгосппродукції: причини і наслідки.
6. Біогеохімічна складова здоров'я населення України.

Робочі мови конференції – українська, англійська, російська.

Захід відбудеться 12–13 вересня 2017 року в Інституті агроекології і природоко-ристування НААН за адресою м. Київ, вул. Метрологічна, 12.

Телефони для довідок: 044-522-67-55, 068

ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ В УМОВАХ ПОДІЛЛЯ

М.М. Сучек

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

Наведено результати досліджень впливу передпосівної обробки насіння гречки препаратами біологічної, фізичної та хімічної дії і обприскування посівів у фазі початку цвітіння препаратом мікробного походження на ріст і розвиток культури. Під час проведення дослідів нами здійснено послідовний добір найефективніших досліджуваних препаратів для трьох сортів гречки — Вікторія, Оранта та Антарія. Встановлено механізм впливу препаратів на рівень росту та розвитку рослин різних сортів гречки, комплексна дія яких поліпшує їх мінеральне живлення, стимулює ріст, підвищує продуктивність та стійкість до стресорів. Обґрунтовано, що запропонована обробка насіння гречки озоном та біологічними препаратами дає змогу інтенсифікувати вегетативний та генеративний розвиток рослин так само ефективно, як і обробка найбільш дієвими штамами. Висловлено припущення, що механізм впливу інтродукованих бактерій на рівень захворюваності посівів рослин має комплексний характер. Бактерії поліпшують мінеральне живлення рослин, стимулюють їх ріст, збільшують стійкість до абіотичних і біотичних стресорів.

Ключові слова: гречка, сорт, бактеріальні препарати, фізичні способи обробки, продуктивність, посівні якості насіння.

Одним із стримувальних чинників широкого впровадження органічного виробництва в Україні є низька продуктивність сівозмін унаслідок недостатнього рівня удобрення, особливо з огляду на незначне поголів'я тварин, а отже і низькі обсяги такого органічного добрива, як гній. Тому актуальним є проведення досліджень та розроблення екологічно безпечних технологій вирощування сільськогосподарських культур [1–4].

Мета роботи — визначити економічно рентабельні та екологічно безпечні елементи технології підвищення продуктивності, стійкості до шкідливих організмів, покращення посівних якостей насіння гречки. Встановити особливості змін посівної якості, стійкості до захворювання та врожайних властивостей насіння гречки залежно від сортових особливостей та його обробки фізичними методами і мікробіологічними препаратами захисної дії.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Місце проведення досліджень — Хмельницька державна сільськогосподарська

дослідна станція Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН с. Самчики. Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем опідзолений середньосуглинковий, слабозмитий, малогумусний на лесоподібному суглинку, бурувато-палевого кольору, ділянка належить до першої технологічної групи ґрунтів.

Клімат зони Правобережного Лісостепу — помірно-континентальний, характеризується м'якими зимами, нежарким літом і необхідною кількістю опадів. Зауважимо, останніми роками спостерігається підвищений температурний режим весняних і, особливо, літніх місяців з надмірною кількістю опадів із значно нерівномірним розподілом за вегетацію.

Для отримання високого врожаю гречки необхідними умовами є відповідні температурний та зволожувальний режими.

Тому можна стверджувати, що погодні умови вегетаційного періоду в досліджувані роки були не зовсім сприятливими для розвитку та дозрівання цієї культури, формування її продуктивності.

Схема дослідю:

I. Фактор «А» — сорти: 1. Вікторія (контроль); 2. Оранта; 3. Антарія.

II. Фактор «В» — обробка насіння:

(фізичними методами та мікробіологічними препаратами захисної дії):

1. Контроль (без обробки); 2. Фізична обробка (озонування); 3. Хімічна обробка (іонами срібла); 4. Бактеризація (Хетомік); 5. Бактеризація (Біополіцид); 6. Бактеризація (Флавобактерин);

(мікробіологічними препаратами азотфіксуючої дії):

7. Контроль (без обробки); 8. Бактеризація (поліштамова форма фосфонітрагіну); 9. Бактеризація (Мікрогумін);

(мікробіологічними препаратами фосфатмобілізующей дії):

10. Бактеризація (Поліміксобактерин); 11. Бактеризація (Фосфоентерин).

III. Фактор «С» — обробка посівів:

1. Контроль (без обробки); 2. Обприскування посівів біопрепаратом Кладостим — фактор «А» — 3; фактор «В» — 11; фактор «С» — 2; трикратне повторення; 198 ділянок. Загальна площа ділянки — 35 м². Облікова площа — 25 м². Всього під дослідом — 0,8 га.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Проведені в 2011–2015 рр. дослідження засвідчили, що обробка фізичним та біологічним методами насіння і посівів мікробіологічним препаратом Кладостим позитивно впливала на ріст і розвиток рослин гречки. Так, залежно від препарату та способу обробки, фенологічні спостереження продемонстрували, що за сприятливих весняних погодних умов і задовільної вологості ґрунту в досліді було одержано дружні сходи гречки на 8–9 день після сівби.

Початок фенологічних фаз (поява сходів, гілкування, цвітіння) на ділянках, де висівали насіння після його озонування, розпочинався на три дні раніше, а за обробки бактеріальними препаратами Поліміксобактерин, Флавобактерин на 1–2 дні раніше, ніж на контролі (без обробки насіння). Дозрівання насіння, навпаки, відбувалося раніше на контролі. На ділянках,

де висівали оброблене насіння, рослини продовжували вегетувати впродовж 4–5 днів, найбільше за обробки біопрепаратами удобрювальної дії. Залежно від виду препарату, висота рослин перевищувала контроль на 6–12 см. Густота рослин найбільшою була на ділянках, де висівали насіння, оброблене препаратами захисної дії. Зокрема, на 11–22% польова схожість перевищувала контрольний варіант за озонування та обробки насіння колоїдним розчином срібла. Серед бактеріальних препаратів найвищу біофунгіцидну захисну дію забезпечив Флавобактерин та Хетомік.

Виявлено, що посіви гречки, де насіння не обробляли жодним із досліджуваних препаратів, були менш стійкими до несправжньої борошнистої роси, аскохітозу, сірої гнилі, фузаріозної кореневої гнилі, деяких плям церкоспорозу та інших хвороб.

Застосування обробки насіння та посівів біопрепаратами надало змогу істотно знизити рівень ураженості рослин збудниками цих та деяких інших хвороб.

Вплив препаратів удобрювальної дії для захисту рослин гречки від хвороб можна охарактеризувати не як пряму дію на хворобу, а, насамперед, як наслідок оптимізації умов для росту і розвитку рослин, формування їх фотосинтетичної продуктивності та звільнення від супутніх хвороб. Зниження ураженості рослин хворобами також обумовлено антагоністичною дією досліджуваних препаратів на патогенні мікроорганізми.

Слід зауважити, що застосування препаратів сприяло і формуванню елементів структури врожаю. Нами було визначено такі біометричні показники, що впливають на продуктивність гречки: висоту рослин, кількість гілочок, зокрема першого порядку, суцвітть, зерен, у т.ч. повноцінних. Найінтенсивніший ріст стебла спостерігався у фазі початку цвітіння (22–26 днів після появи сходів). Рослини швидко набирали висоту, одночасно утворюючи гілочки і суцвіття. Уповільнювався або припинявся їх ріст на початку побуріння плодів.

Серед досліджуваних сортів гречки за передпосівного озонування та обробки на-

сіння Мікрогуміном і Флавобактерином, а також за обприскування посівів Кладостимом, спостерігався доволі значний ріст стебел у рослин гречки сорту Вікторія — 125,5–136,4 см, Оранта — 118,8–124,6 та Антарія — 113,5–119,5 см.

Встановлено, що обробка насіння у поєднанні з обробкою посівів Кладостимом, на фоні заорювання сидеральних добрив, істотно впливали на збільшення репродуктивних органів гречки. Найбільшу кількість гілочок у рослин сортів Оранта і Вікторія було зафіксовано за передпосівного озонування та обробки насіння Мікрогуміном, Поліміксобактерином, поліштамовою формою — 3,0 і 3,2 од. відповідно. Отже, найбільша кількість гілочок першого порядку була у рослин таких сортів: Оранта — 2,4 од., Вікторія — 2,3 та Антарія — 2,2 од. за удобрення сидератами. Так, удобрені посіви в середньому у досліді формували рослини з істотно більшою кількістю гілочок як загалом (3,3 од. порівняно з 2,2 од. на контролі), так і гілочок першого порядку (2,1 од. порівняно з 1,6 од. відповідно). Оброблені посіви забезпечили і більшу кількість суцвіть на рослині, що в середньому у досліді більше на 10% порівняно з контролем (без обробки).

Серед указаних сортів, у середньому за п'ять років досліджень, найбільшу кількість суцвіть формував сорт Оранта — 25 од. у оброблених посівах Кладостимом за передпосівного озонування насіння.

За кількістю утворених зерен рослини з оброблених посівів більше ніж на 55% (182 порівняно зі 120 зернами) випереджали рослини з необроблених, у т.ч. за часткою повноцінного зерна на 25% (58 порівняно із 45 зернами).

Основним критерієм, що дає змогу оцінити ефективність життя різних заходів для поліпшення умов вирощування гречки, є їх вплив на врожайність культури.

Під час проведення дослідів нами здійснено послідовний добір найефективніших препаратів для трьох сортів гречки. Найбільшу продуктивність зерна формував сорт Вікторія за обробки насіння бактеріальними препаратами, а саме: Флаво-

бактерином — 2,30–2,30 т/га, Мікрогуміном — 2,30–2,33 та Поліміксобактерином — 2,10–2,20 т/га, що забезпечило приріст до контролю (без обробки насіння) у межах 0,32–0,48 т/га, або 17–26%.

Найбільша врожайність сорту Оранта була зафіксована за обробки насіння Мікрогуміном — 2,20–2,23 т/га (3–5% до контролю), Флавобактерином — 2,34–2,40 (11–13) та препаратами на основі фосфатомобілізуючих бактерій: Поліміксобактерином та Фосфоентерином — 2,15–2,20 т/га (2% до контролю).

Гречка сорту Антарія мала найвищу врожайність у варіантах з комплексною обробкою посівів Кладостимом за передпосівної обробки насіння біопрепаратами, а саме: Мікрогуміном — 2,36–2,38 т/га, Флавобактерином — 2,30–2,33, Поліміксобактерином — 2,00–2,10 т/га. Додаткова врожайності була у межах 0,10–0,58 т/га, 12–33% порівняно з контролем.

Проте максимальні прирости врожайності всі досліджувані сорти гречки продемонстрували за обробки насіння фізичним способом — озонування та обробка посівів Кладостимом: Вікторія — 0,46 т/га, Оранта — 0,13 та Антарія — 0,35 т/га.

Серед досліджуваних сортів найвищу врожайність, в середньому за варіантами, продемонстрували сорти Оранта — 2,12 т/га та Антарія — 1,89 т/га. Найнижчою була врожайність у сорту Вікторія — 1,82 т/га.

Результати досліджень продуктивності сої за п'ять років (2011–2015) засвідчили, що найбільш комплементарними до Мікрогуміну виявилися сорти Вікторія та Антарія, приріст урожайності зерна порівняно з контролем становив 0,34 та 0,33 т/га відповідно. Найвищу продуктивність продемонстрував сорт Антарія у варіанті, де насіння обробляли Флавобактерином в поєднанні з обприскуванням посівів Кладостимом, — 2,68 т/га (на 0,38 т/га вище порівняно з контролем).

Отже, за вирощування гречки сортів Вікторія, Антарія та Оранта для зменшення захворюваності рослин, підвищення врожайності, покращення харчової цінності зерна та посівних якостей насіння у тех-

нології вирощування необхідно внести такі зміни: насіння гречки сорту Вікторія перед сівбою озонувати, обробляти Флавобактерином, Поліміксобактерином та Мікрогуміном; сорту Антарія і Оранта — обробляти Мікрогуміном, Флавобактерином, озонувати з обробкою посівів вказаних сортів Кладостимом.

Запропоновані озонування та обробка насіння гречки поліштамом фосфатмобілізуючих мікроорганізмів дає змогу інтенсифікувати вегетативний та генеративний розвиток рослин так само ефективно, як і обробка найбільш дієвими штамами. Крім того, обробка Флавобактерином сприяє розв'язанню проблеми штамово-сортової специфічності, оскільки дія поліштамової форми є ефективнішою щодо різноманіття сортів, ніж окремі штами фосфатмобілізуючих організмів. Механізм впливу інтродукованих бактерій на рівень захворюваності посівів рослин, на нашу думку, має комплексний характер. Бактерії поліпшують мінеральне живлення рослин, стимулюють їх ріст, збільшують стійкість до абіотичних і біотичних стресорів.

Слід зауважити, що для встановлення прояву максимальної дії стимуляції озоном посівних якостей насіння та його знезараження проби обробленого посівного матеріалу закладали на пророщення на другий, сьомий і десятий день. За результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що ефект стимуляції насіння найкраще проявляється на 7–10 добу після обробки порівняно з контролем (без озонування). Тобто на десятий день найбільшою мірою відбуваються фізіологічні ростові процеси в насінині внаслідок впливу озонування. Зокрема, результати досліджень свідчать, що проби насіння, висіяного на другий день після обробки, не продемонстрували істотної переваги щодо енергії проростання і лабораторної схожос-

ті порівняно з контрольним варіантом, тоді як зразки, закладені на сьомий та десятий день після обробки, продемонстрували приріст енергії проростання на рівні 2–8% рослин гречки залежно від сорту. Відповідний вплив озонування мало і на лабораторну схожість насіння — збільшувалося на 4–5%. Так наприклад, енергія проростання гречки сорту Вікторія за дії озонування збільшувалась до 94% порівняно з 89% на контролі (без обробки), відповідно і лабораторна схожість зростала з 92 до 96%. Спостерігався і приріст маси 100 паростків — з 16,2 г на контролі до 18,0 г за озонування. Проте найбільший приріст маси паростків був у варіантах з обробкою насіння бактеріальними препаратами удобрювальної дії Мікрогумін та Поліміксобактерин — 116 та 118% до контролю відповідно.

Застосування біологічних препаратів комплексної дії для обробки насіння та посівів гречки є дієвим заходом з насичення екологічних ніш, що дає змогу підняти на якісно новий рівень продуктивність агроценозів з найменшими енергетичними затратами, а також новим кроком в теоретичному обґрунтуванні регулювання агрокліматичних умов для вирощування культури.

ВИСНОВКИ

Встановлено різну чутливість на досліджувані сорти гречки залежно від застосування біологічних препаратів. Рослини цих сортів формували більшу кількість гілочок, повноцінне зерно та вищу масу 1000 зерен, покращення посівної якості насіння.

Обробка насіння гречки сорту Оранта бактеріальними препаратами Флавобактерин, Мікрогумін та Поліміксобактерин забезпечила приріст врожайності культури порівняно з контролем (без обробки насіння) у межах 11–18%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Халеп В.В. Прогнозування удобрювального потенціалу в моделях органічного виробництва / В.В. Халеп, В.В. Волкогон, А.М. Москаленко // Вісник аграрної науки. — 2015. — № 8. — С. 45–49.
2. Дерев'янський В.П. Біологічне живлення та захист сої / В.П. Дерев'янський, Н.В. Ковальчук // Карантин і захист рослин. — 2015. — № 3. — С. 6–8.

3. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях (науково-практичні рекомендації) / За ред. В.В. Волкогона. — К., 2015. — 248 с.
4. Ефективність біологічних препаратів при вирощуванні круп'яних культур в умовах Правобережного Лісостепу України (науково-практичні рекомендації) / В.П. Дерев'янський, М.М. Сучек, С.М. Каленська, Л.М. Токмакова. — Самчики: Хмельницька ДСГДС ІКСГП НААН, 2015. — 20 с.

режного Лісостепу України (науково-практичні рекомендації) / В.П. Дерев'янський, М.М. Сучек, С.М. Каленська, Л.М. Токмакова. — Самчики: Хмельницька ДСГДС ІКСГП НААН, 2015. — 20 с.

REFERENCES

1. Khalep V.V. (2015). *Prohnozuvannya udobryval'noho potentsialu v modelyakh orhanichnoho vyrobnytstva* [Forecasting models fertilizing potential in organic production]. *Visnyk ahramoyi nauky* [Bulletin of Agricultural Science]. No. 8, pp. 45–49 (in Ukrainian).
2. Derevyansky V.P. (2015). *Biologichne zhyvlennya ta zakhyst soyi* [Biological nutrition and protection soy]. *Karantyn i zakhyst roslyn* [Quarantine and Plant Protection]. No. 3, pp. 6–8 (in Ukrainian).
3. Volkogon V.V. Ed. (2015). *Mikrobnii preparaty v suchasnykh ahrarykh tekhnolohiyakh (naukovo-praktychni rekomendatsiyi)* [Microbial preparations in modern agricultural technologies (scientific and practical recommendations)]. Kyiv Publ., 248 p. (in Ukrainian).
4. Derevyansky V.P., Suchek M.N., Kalensky S.M., Tokmakova L.M. (2015). *Efektivnist biolohichnykh preparativ pry vyroshchuvanni krupyanykh kultur v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy (naukovo-praktychni rekomendatsiyi)* [The effectiveness of biologics in growing cereal crops in the Right-Bank Forest-Steppe Ukraine (scientific and practical recommendations)]. Samchyky Publ., 20 p. (in Ukrainian).

УДК 633.1:632.4(477.41/.42)

ХВОРОБИ ЛИСТЯ ТРИТИКАЛЕ ТА СПЕЛЬТИ В ПОЛІССІ УКРАЇНИ

С.В. Ретьман¹, М.М. Ключевич²

¹ Інститут захисту рослин НААН

² Житомирський національний агроекологічний університет

Досліджено особливості прояву грибних хвороб тритикале та спельти в умовах Полісся України. Встановлено, що на обох культурах домінуючими є септоріоз листя та борошниста роса, питома частка яких у комплексі мікозів листя становить: на тритикале — 34,0 та 23,0%, на спельті — 52,0 та 36,0% відповідно. Відзначено, що на рослинах тритикале озимого піренофороз, бура листкова іржа та снігова пліснява трапляється значно рідше, а прояви аскохітозу, темно-бурої плямистості, фузаріозного опіку — епізодично. На спельті несистематично проявлялися симптоми піренофорозу і темно-бурої плямистості. Продемонстровано, що спельта характеризується нижчим рівнем розвитку хвороб та менш широким їх видовим складом.

Ключові слова: спельта, тритикале, грибні хвороби, септоріоз, борошниста роса, розвиток мікозів.

Останніми роками в Європі та Україні дедалі більшої популярності набуває вирощування тритикале (*Triticosecale Wittmack*) та спельти (*Triticum spelta* L.). Так, у 2000 р. тритикале висівали на площі 1,2 млн га, у 2002 р. — на 3,0, а у 2010 р. — на площі 4,6 млн га [1–3]. Вирощування цих культур

на малородючих ґрунтах Полісся набуває популярності, оскільки вони здатні реалізувати високий потенціал продуктивності зерна.

Для одержання стабільних урожаїв зерна високої якості необхідно детально вивчити чинники, що негативно впливають на стан посівів. Одним із таких є значне

поширення в посівах грибних хвороб, хоча тритикале та спельта порівняно з пшеницею вважаються менш схильними до ураження патогенами.

Серед хвороб тритикале найпоширенішими, на думку дослідників, є бура листкова іржа, септоріоз [4, 5], борошниста роса [6].

Оскільки на сучасному етапі відбувається трансформація агроценозів, що охоплює усі компоненти системи «патоген — рослина-живитель — середовище», видовий склад фітопатогенів потребує уточнення для корегування існуючих систем захисту.

Метою досліджень було визначення комплексу хвороб листя тритикале та спельти в умовах Полісся України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Комплекс хвороб тритикале озимого та спельти озимої вивчали в умовах Полісся України. Дослідження на тритикале проводили впродовж 2007–2016 рр. шляхом маршрутних обстежень посівів у Волинській, Житомирській, Київській, Львівській, Рівненській, Чернігівській областях. Щодо спельти, оцінювання здійснювали впродовж 2012–2016 рр. на територіях Житомирської та Хмельницької областей. У місцях проведення обліків рослинний матеріал з симптомами ураження відбирали, етикетували, гербаризували і досліджували в лабораторних умовах.

Стадії розвитку рослин визначали за шкалою ВВСН [7]. Обліки хвороб рослин здійснювали за методикою В.П. Омелюти [8].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз погодних умов свідчить, що теплозабезпечення весняних та літніх місяців істотно перевищувало середньобаторічні показники. Винятком був лише березень 2013 р., коли значення температури опускалися нижче від норми на 1,7°C.

Щодо опадів, спостерігалася неоднорідність. Так наприклад, квітень тільки 2008 і 2012 рр. відрізнявся підвищеною кількістю опадів, а у травні їх випадало понад

норму, це стосується п'яти з десяти років досліджень. У 2009–2013 рр. червень за кількістю опадів перевищував середньобаторічний показник. Липень, за винятком 2007, 2011 та 2014 рр., був посушливим.

Отже, у травні–червні доволі часто склалися сприятливі для розвитку та поширення хвороб листя рослин погодні умови.

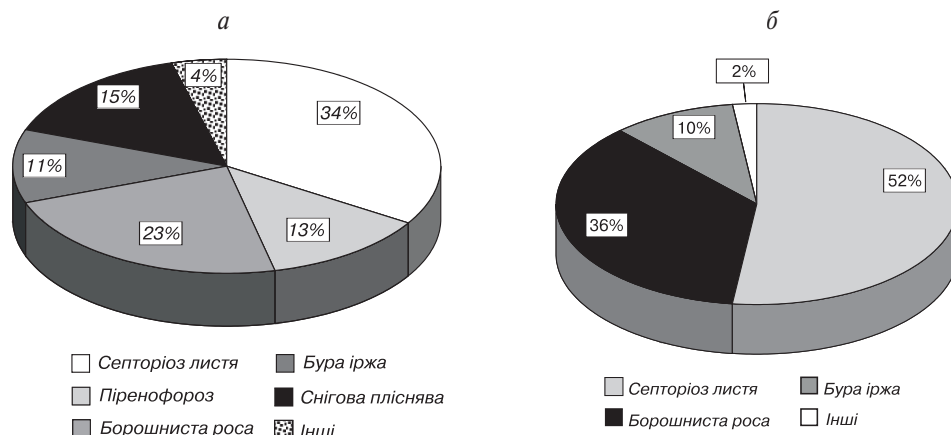
За період проведення досліджень на листі тритикале виявлено симптоми ураження збудниками таких хвороб: борошнистої роси (*Blumeria graminis* (DC.) f. sp. *tritici* Speer.), бурі листкової іржі (*Puccinia recondita* Dietel & Holw.), септоріозу листя (*Septoria tritici* Desm. (телеоморфа *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt)), *Stagonospora nodorum* (Berk.) E. Castell. & Germano (телеоморфа *Phaeosphaeria nodorum* (E. Müll.) Hedjar.), снігової плісняви (*Monographella nivalis* (Schaffnit) E. Müll.), піренофорозу (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler), темно-бурої плямистості (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker), аскохітозу (*Ascochyta graminicola* Sacc.), фузаріозного опіку (*Fusarium* spp.).

Найчастіше траплялися септоріоз та борошниста роса (рис., а). Їх питома частка в комплексі мікозів листя становила 34,0 та 23,0% відповідно. Піренофороз, бура листкова іржа та снігова пліснява спостерігалися значно рідше, а прояви аскохітозу, темно-бурої плямистості, фузаріозного опіку — епізодично.

Серед збудників септоріозу листя тритикале домінуючим є *S. tritici*, його частка становить 63%. Проте у деякі роки спостерігалось домінування *St. nodorum*.

На спельті за роки досліджень найчастіше траплялися: борошниста роса (*Blumeria graminis* (DC.) f. sp. *tritici* Speer.), бура листкова іржа (*Puccinia recondita* Dietel & Holw.), септоріоз листя (*Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter, *Phaeosphaeria nodorum* (E. Müll.) Hedjar.). Домінував у комплексі септоріоз листя — 52% (рис., б). Серед збудників захворюваності, як і на тритикале, спостерігалось домінування *S. tritici*.

Епізодично на спельті встановлено також прояви таких хвороб: піренофо-



Співвідношення хвороб листя: а) тритикале; б) спельти, 2007–2016 рр.

розу (*Pyrenophora tritici-repentis*) і темно-бурої плямистості (*Bipolaris sorokiniana*).

Поширення та розвиток хвороб за роками відрізнялося, що залежало, насамперед, від сприятливих метеоумов.

Так, максимальний розвиток септоріозу (близько 22,5% на листях тритикале та близько 14,9% на листях спельти) спостерігався у 2007, 2009, 2014 і 2016 рр.

Максимальне ураження борошнистою росою за роки досліджень спостерігалось у 2014 р., коли її розвиток на тритикале досягав 12%, а на спельті — 8%.

Рівень ураження бурою листковою іржею на обох культурах був низьким. Сприятливі для ураження погодні умови складались, як правило, у період наливу

зерна — молочної стиглості, і хвороба не встигала набути значного розвитку.

ВИСНОВКИ

Комплекс хвороб озимих тритикале і спельти в умовах Полісся характеризується домінуванням септоріозу листя та борошнистої роси. Їх питома частка серед мікозів листя становить відповідно 34 і 23% на тритикале й 52 і 36% — на спельті. Крім того, на тритикале спостерігалось більше різноманіття хвороб порівняно зі спельтою та вищий рівень їх розвитку. У комплексі збудників септоріозу на обох культурах домінував збудник *S. tritici*.

Вперше в Україні виявлено ураження тритикале та спельти піренофорозом, або жовтою плямистістю (*P. tritici-repentis*).

ЛІТЕРАТУРА

1. Triticale: today and tomorrow / Н. Guedes-Pinto, N.L. Darvey, V.P. Carnide [et al.]. — London: Kluwer Academic Publishers, 1996. — 897 p.
2. Агрономічний потенціал і перспективи тритикале / О.І. Рибалка, В.В. Моргун, Б.В. Моргун, В.М. Починюк // Физиология растений и генетика. — 2015. — № 2 (47). — С. 95–111.
3. Kluchevich M.M. The principles of natural plant protection under organic farming / М.М. Kluchevich // Вісник Житомир. нац. агрокол. ун-ту. — 2015. — № 2 (50), Т. 1. — С. 97–103.
4. The sanitary of winter triticale cultivated in perennial monoculture / T.P. Kurowski, E. Adamiak, E. Jazwińska [et al.] // Acta fytotechnica et zootechnica. — 2012. — Vol. 15. — P. 84–86.
5. Буга С.Ф. Видовой состав грибов поражающих озимое тритикале в условиях Беларуси / С.Ф. Буга, А.Г. Жуковский // Материалы 2-го Съезда микологов России (Москва, март 2008 г.). — М.: Нац. акад. микологии, 2008. — С. 168.
6. Evaluation of resistance to powdery mildew in triticale seed-lings and adult plants / V. Troch, K. Audenaert, A. Vanheule [et al.] // Plant Dis. — 2013. — Vol. 97. — P. 410–417.
7. Phenological growth stages and BBCH-identification keys of cereals // Growth stages of Mono- and Dicotyledonous Plants: monograph / ed. U. Meier; BBCH. — Berlin; Wien: Blackwell Wissenschafts-Verlag, 1997. — P. 12–16.

8. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / В.П. Омелюта, І.В. Григорович, В.С. Чабан [та ін.]; за ред. В.П. Омелюти. — К.: Урожай, 1986. — С. 4–107.

бан [та ін.]; за ред. В.П. Омелюти. — К.: Урожай, 1986. — С. 4–107.

REFERENCES

1. Guedes-Pinto H., Darvey N.L., Carnide V.P. [et al.] (1996). *Triticale: today and tomorrow*. London: Kluwer Academic Publ., 897 p. (in English).
2. Rybalka O.I., Morgun V.V., Morgun B.V., Pochynok V.M. (2015). *Ahronomichnyy potentsial i perspektyvy trytykale* [Agronomic potential and prospects of triticale]. *Fiziologiya rasteniy i genetika* [Plant physiology and genetics]. No. 2 (47), pp. 95–111 (in Ukrainian).
3. Kluchevich M.M. (2015). The principles of natural plant protection under organic farming. *Visnyk Zhytomyr. nats. ahroekol. un-tu*. [Reporter of Zhytomyr National Agroecological University]. No. 2 (50), Vol. 1, pp. 97–103 (in English).
4. Kurowski T.P. E. Adamiak, E. Jazwińska [et al.] (2012). The sanitary of winter triticale cultivated in perennial monoculture. *Acta fytotechnica et zootechnica*. Vol. 15, pp. 84–86 (in English).
5. Buga S.F., Zhukovsky A.G. (2008). *Vidovoy sostav gribov porazhayushchikh ozimoye tritikale v usloviyakh Belarusi* [Species composition of fungi affecting winter triticale under conditions of Belarus]. *Materialy 2-go S'yezda mikologov Rossii (Moskva, mart 2008 g.)* [Proceedings of the 2nd conference of Russian mycologists (Moscow, March 2008)]. Moscow: National Academy of Mycology Publ., pp. 168 (in Russian).
6. Troch V., Audenaert K., Vanheule A. [et al.] (2013). Evaluation of resistance to powdery mildew in triticale seedlings and adult plants. *Plant Dis*, Vol. 97, pp. 410–417 (in English).
7. Ed. U. Meier (1997). Phenological growth stages and BBCH-identification keys of cereals Growth stages of Mono- and Dicotyledonous Plants: monograph. Berlin, Wien: Blackwell Wissenschafts-Verlag Publ., pp. 12–16 (in English).
8. Omeliuta V.P., Hryhorovych I.V., Chaban B.C. [et al.]; ed. Omeliuta V.P. *Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur* [Accounting pests and diseases of crops]. Kyiv: Urozhai Publ., 1986, 288 p. (in Ukrainian).

УДК 631.8:632.3:635.64

ІНДУКУЮЧИЙ ВПЛИВ БІОДОБРІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН ТОМАТІВ І ФОРМУВАННЯ МІКРОБІОТИ РИЗОСФЕРИ

Ю.В. Коломієць¹, І.П. Григорюк¹, Л.М. Буценко²

¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

Встановлено, що обробка насіння біодобривами скорочує тривалість основних етапів органогенезу рослин томата у період розвитку розсади, сприяє прискоренню утворення справжніх листків та кількості закладених квіток. Застосування біодобрив Агро-Бак Плюс, Рост Концентрат (Велес-БІО, ТОВ СПП) і Екстрасол (ТОВ Бісолбі-Інтер) сприяє зниженню вмісту нітратів та підвищенню вмісту сухої речовини, сумарних цукрів, вітаміну С та харчової якості плодів томатів. Біодобрива на основі азотфіксуювальних бактерій *Bacillus subtilis* і гумату калію виявляють стимулювальний вплив на кількість мікроорганізмів важливих у агрономічному аспекті груп ризосфери рослин томата сорту Клондайк.

Ключові слова: біодобрива, томат, мікробні угруповання, продуктивність.

Продуктивність рослин овочевих культур визначається змінами ґрунтово-мікробіологічних умов їх живлення. Однією із

перспектив екологічних біотехнологій у овочівництві є застосування біодобрив, основу яких становлять живі культури мікроорганізмів, селекціоновані за корисними властивостями, і продукти їх ме-

таболізму. До складу біодобрих входять симбіотичні, асоціативні і ризосферні мікроорганізми, які успішно конкурують з аборигенною мікрофлорою і мають колонізаційну активність щодо кореневої системи рослин [1].

Бактерії родів *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Clostridium*, *Azospirillum*, *Pseudomonas* і *Bacillus*, які характеризуються сукупністю корисних для рослин властивостей, прийнято позначати як PGPR (*Plant growth-promoting rhizobacteria*), тобто такі, що зумовлюють ріст і розвиток рослин ризобактерії. Використання біодобрих на основі вказаної групи мікроорганізмів сприяє підвищенню родючості ґрунту і розширенню видового складу еколого-трофічних груп завдяки різкому збільшенню чисельності корисних форм мікроорганізмів і оптимізації їх взаємодії в агрофітоценозах, що підвищує продуктивність і якість плодів томатів [2]. Інтродукція живих клітин PGPR у ґрунт дає змогу застосовувати їх як засіб захисту рослин від фітопатогенів і стимуляторів росту [3].

Бактерії роду *Bacillus* виділяються з внутрішніх частин здорових рослин (коренів, стебла, насіння, бульб), продукують антифунгальні антибіотики пептидної природи, сидерофори, літичні ферменти, токсини, фітогормони і вітаміни та фіксують азот атмосфери [4]. Важливою особливістю бацил у ризосфері, на коренях і всередині рослин є їх висока конкурентоспроможність за умов колонізації відповідних частин рослин та утворення бактеріально-рослинних асоціацій. Існуючі властивості є важливими щодо найперспективніших штамів для створення біодобрих з комплексом цінних господарських властивостей як екологічно безпечна альтернатива хімічним і мінеральним добривам [5, 6].

Як регулятори росту і адаптогени, що підвищують стійкість рослин до несприятливих умов навколишнього природного середовища, застосовують гумінові добрива [6]. За їх дії у клітинах прискорюється білковий обмін, що супроводжується посиленням росту рослин, зниженням вмісту нітратів у плодах, а також підвищується інтенсивність процесів дихання, фотосин-

тезу і водообміну, зростає концентрація хлорофілу і аскорбінової кислоти, особливо у початковій фазі розвитку рослини. Екологічні функції гумінових добрив на овочевих культурах забезпечують достовірне підвищення схожості насіння, ступеня приживлюваності розсади, стійкості проти заморозків, посухи і хвороб, збільшення обсягу кореневої системи, кількості зав'язей, урожайності та якості продукції [6, 7].

Фізіологічно активні форми гумінових речовин є необхідними для регуляції метаболізму мікрофлори ґрунту, що сприяє поліпшенню мінерального живлення рослин. У ґрунтах, удобрених гуматами, збільшується чисельність мікроорганізмів і підвищується ферментативна активність ґрунту внаслідок посилення рухливості сполук фосфору, утворення нітритів, фотохімічної фіксації азоту й доступності для рослин органічного азоту ґрунту, прискорення надходження аміачних і амідних форм азоту, фосфору, заліза, кальцію та алюмінію [7].

Мета роботи — дослідити вплив біодобрих (мікробіологічних і природних похідних гумінових речовин) на розвиток та продуктивність рослин томата, мікробіологічне різноманіття ризосфери.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Рослини томата сорту Клондайк вирощували в умовах науково-дослідного поля «Плодоовочевий сад» Національного університету біоресурсів і природокористування України. Були досліджені такі біодобрива: Агро-Бак Плюс, що містить бактерії *Bacillus subtilis* М4, титр 1×10^8 КУО/г препарату; Екстрасол — *Bacillus subtilis* Ч-13, титр 1×10^8 КУО/мл³; Рост Концентрат — 12–14% гумату калію, мікро- й макроелементи, природні стимулятори, вітаміни, антибіотики та біологічно активні речовини (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Co, Mo та B). Біодобрива застосовували для передпосівної обробки насіння (за 1 год), а також упродовж вегетації для обприскування рослин томата у фазі 3–4 листків і за видимих симптомів грибного ураження в концентраціях, рекомендованих виробником.

Біометричні показники і врожай рослин оцінювали за загальноприйнятими методами [8]. Вміст сухої речовини у дозрілих плодах томатів визначали гравиметричним методом (ГОСТ 13586.5-93), цукрів — за Бертраном (ГОСТ 8756.13-87), вітаміну С (аскорбінової кислоти) — за Муррі (ГОСТ 24556-89), загальну кислотність — методом титрування витяжки розчином лугу (ГОСТ 25555.0-82), нітратів — потенціометрично за допомогою іонселективного електрода (ГОСТ 29270-95), цукрово-кислотний коефіцієнт — за співвідношенням цукрів та кислотності плодів [9].

Ступінь ураження хворобами оцінювали за формулою [9]:

$$C = \frac{\sum(a \times b)}{n \times k} \times 100\%,$$

де C — ступінь ураження хворобами, %; a — кількість уражених рослин за кожним балом, од.; b — бал ураження; n — вищий бал шкали обліку; k — загальна кількість облікових рослин, од.; Σ — сума множників ($a \times b$).

Для визначення кількості фізіологічних груп мікроорганізмів використовували наважки ґрунту по 10 г, з яких готували суспензії відповідних 10-кратних розведень. Чисельність амоніфікувальних і спороутворювальних бактерій визначали в умовах висіву розведень досліджуваної суспензії на м'ясо-пептонний агар. Загальну чисельність мікроорганізмів, що здатні використовувати мінеральні форми азоту, та стрептоміцетів виявляли на крохмально-аміачному агарі; чисельність олігонітрофільних — на середовищі Ешбі; чисельність педо- та оліготрофних — на ґрунтовому та «голодному» агарі. Облік целюлозоруйнівних мікроорганізмів здійснювали на середовищі Гетченсона, фосфатмобілізуючих — на глюкозо-аспарагіновому середовищі з додаванням $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Чисельність мікроміцетів визначали шляхом висіву ґрунтової суспензії на середовище Чапека з додаванням стрептоміцину; мікроорганізмів — за кількістю колонієутворювальних одиниць в 1 г абсолютно сухого ґрунту (КУО/г) [10].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Обробка біодобривами сприяла підвищенню посівної якості насіння томатів. Так, у середньому на контролі енергія проростання становила 28–30%, у дослідних варіантах — 33–44, схожість — 83 і 85–94% відповідно [8]. Установлено, що насіння томатів з високою схожістю є стійкішим проти несприятливих умов проростання і менше пошкоджується хворобами та шкідниками. Слід зауважити, що насіння перших термінів проростання забезпечує вищу частку виживання рослин [6].

Крім інтенсивності проростання, нами вивчено ефективність впливу біодобрив на ріст і розвиток розсади томатів. Так, біодобрива помітно стимулювали ріст коренів і пагонів. Висота рослин томатів на контролі (без застосування біодобрив) становила $28 \pm 0,5$ см. Найбільший вплив на висоту рослин ($32,8 \pm 0,5$ см) нами виявлено за умов використання біодобрива Рост Концентрат на основі похідних гумінових речовин природного походження (табл. 1).

Застосування біодобрив у технології вирощування томатів стимулювало формування вегетативної маси і площі листків, довжину міжвузля та діаметр стебла. Площа окремого листка і загальна листкова поверхня рослини дає змогу оцінити його фотосинтетичний потенціал і функціональну активність, що безпосередньо обумовлено формувальними процесами, які визначають ріст та розвиток рослин. У контрольному варіанті площа листків у рослин томата сорту Клондайк становила $0,065 \text{ м}^2$. Максимальне збільшення їх площі на 30,11% спостерігалось за дії біодобрива Рост Концентрат, що обумовлено наявністю в його складі мікроелементів В, Zn, Со, які ефективно забезпечували формування листової пластинки. Отже, перевагою застосування гуматовмісних препаратів на овочевих культурах є збалансоване надходження елементів мінерального живлення і їх ефективне функціонування в клітинах шляхом інтенсифікації й синхронізації обмінних процесів, підвищення процесів росту і розвитку, вмісту кількості цукрів, білків та вітамінів.

Таблиця 1

Вплив біодобрив на біометричні показники, врожайність і товарність плодів рослин томата сорту Клондайк у перший місяць плодоношення

Показник	Варіанти			
	Контроль	Агро-Бак Плюс	Рост Концентрат	Екстрасол
Довжина стебла, см	28,0±0,5	31,5±0,4	32,8±0,5	31,6±0,4
Середня довжина перших трьох міжвузлів, см	3,8±0,3	4,7±0,2	4,7±0,2	4,4±0,5
Площа листків, м ²	0,065±0,02	0,072±0,01	0,093±0,02	0,087±0,02
Середня довжина листків, см	14,3±0,5	15,3±0,3	15,6±0,3	15,2±0,4
Кількість, од./рослину:				
китиць	7,10±1,2	7,36±0,8	7,53±1,2	7,18±1,4
квіток	40,0±1,0	46,4±1,1	47,4±1,4	51,4±1,1
плодів	32,5±1,8	38,2±1,2	43,6±1,2	37,1±1,2
Середня кількість на китиці, од.:				
квіток	5,68±0,8	6,02±0,6	6,06±0,5	6,87±0,8
плодів	4,72±1,0	5,32±1,1	5,65±0,6	5,29±0,9
Ступінь зав'язування плодів, %	83,2	87,4	93,3	85,1
Урожай плодів томатів, кг/м ²	2,13±0,11	2,64±0,12	3,85±0,12	3,63±0,14
Товарність, %	81,3	88,9	95,4	91,6

Обробка насіння, розсади і рослин томата під час вегетації у фазі квітування біодобривами відповідно прискорювало: появу ранніх і дружних сходів — на 1–3 доби, утворення трьох і п'яти листків — на 2–4, появу бутонів і квітування рослин томата — на 3–5 діб завдяки активному накопиченню в листках сухих речовин, цукрів, аскорбінової кислоти, азоту, хлорофілів та каротиноїдів. Зав'язування бутонів у варіанті з використанням біодобрива Рост Концентрат відбувалося у розсадний період — на 44–45 добу, Агро-Бак Плюс та Екстрасол — на 46–49 добу. Вказані біодобрива сприяли більш ранньому початку фази квітування рослин, яка розпочиналася на 57 добу, що на 3–4 доби раніше за контроль. Найкоротший період від сходів до фази плодоутворення спостерігався у варіанті з Рост Концентратом — 80–82 доби. Тривалість періоду від початку фази квітування рослин до плодоутворення становив 24–25 діб у всіх варіантах дослідів.

Отже, біодобрива не впливали на швидкість утворення плодів, а лише прискорювали настання фази квітування. Зміна фаз розвитку у овочевих культур також залежить від накопичення фітогормонів, похідними яких є продукти обміну речовин мікрофлори ґрунтів [4]. Упродовж періоду вегетації найбільша кількість китиць утворювалась за використання біодобрива Рост Концентрат. Раніше було встановлено високу ефективність застосування на овочевих культурах гумінових речовин, які забезпечують пролонговане живлення рослин, прискорення процесів їх росту і розвитку, плодоношення та дозрівання [7].

За дії біодобрив, що стимулюють ріст рослин томатів, інтегральним показником ефективності їх використання є врожайність, яка дає змогу встановити доцільність застосування біологічно активних речовин у виробництві [4]. Нами обґрунтовано, що біодобрива прискорюють темпи розвитку

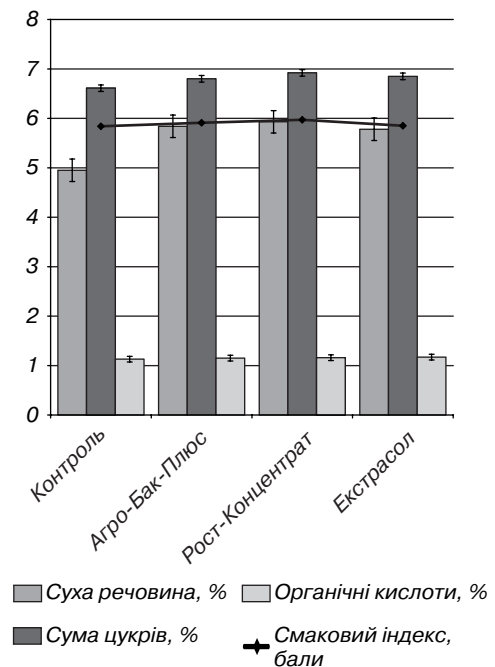
рослин і тим самим сприяють підвищенню врожайності томатів. За перший місяць плодоношення з рослин, оброблених біодобривами, отримано вищий урожай, ніж у контрольному варіанті. Так, підвищення врожайності сорту томата Клондайк за 30 діб плодоношення внаслідок застосування біодобрив становило в середньому 22,7–24,5%. Такий ефект пояснюється прискоренням процесів квітнування і зав'язування плодів. За літературними даними [6], застосування біодобрив на основі ризосферних бактерій *Bacillus* підвищує врожайність плодів томатів за сезон у середньому на 22% завдяки збільшенню кількості зав'язей і плодів на рослині. Порівняно з мінеральними добривами, які також сприяють підвищенню врожайності томатів, бактеріальні — значно дешевші і безпечніші. Продукція, отримана за їх застосування, є економічнішою у виробництві та екологічно безпечною.

Субстрат, добрива, заходи із догляду, сорти, гібриди культур і умови мікроклімату забезпечують формування якісних показників овочевої продукції, у т.ч. сухої речовини й цукрів, що є важливими в енергетичному, харчовому та смаковому аспектах [6]. Нами проведено біохімічну оцінку якості плодів томатів за умов використання біодобрив для з'ясування їх поживної цінності. Досліджені біодобрива підвищували накопичення у плодах томатів сухої речовини, вітаміну С і сумарних цукрів, але не виявляли істотного впливу на вміст органічних кислот у плодах (рис.). Для оцінки смакових і харчових властивостей нами розраховано цукрово-кислотний коефіцієнт, що варіює у межах 5,85–5,97 балів. Залишкові кількості нітратів у плодах томатів становили 2,00–2,03 мг/кг сирої маси і не перевищували допустимо граничних концентрацій, встановлених «Медико-біологічними вимогами та санітарними нормами якості продуктової сировини і харчових продуктів», що внесені до Державного стандарту України.

Поряд із тим нами визначено ступінь ураження рослин сорту томата Клондайк під час вегетації рослин грибними і бакте-

ріальними хворобами за умов використання біодобрив. Візуальні ознаки ураження проявлялись на рослинах сорту томата Клондайк у всіх досліджуваних варіантах.

Першою ознакою ураження було в'янення, хлоротичність нижніх листків і потемніння судин у нижній частині стебла рослин. Некроз судин проявився у верхній частині стебла і на черешках рослин. Ступінь ураження рослин на контролі становив 20,07%. За дії досліджуваних біодобрив характерним було підвищення імунітету томатів до хвороб, що супроводжувалося зниженням ступеня ураження листків та стебла до 15,67–17,32%. Істотне зниження ураження томатів унаслідок застосування біодобрив Агро-Бак Плюс, Рост Концентрат і Екстрасол обумовлено їх бактерицидними та імуномодельючими властивостями. З'ясовано, що ендоефітні бактерії *Bacillus subtilis* проявляють антагоністичну активність проти широкого спектра фітопатогенних бактерій і грибів, продукують



Акумуляція вмісту біохімічних показників у плодах рослин сорту томата Клондайк за дії біодобрив

фізіологічно активні речовини та формують системну індуковану стійкість рослин проти патогенів [11].

Застосування біодобрих зумовлює зміни кількості представників основних еколого-функціональних груп мікроорганізмів ризосфери рослин томата, які беруть участь у трансформації сполук азоту, фосфору та вуглецю (табл. 2). Польовий ґрунт у контрольному варіанті відзначався значною чисельністю амоніфікувальних мікроорганізмів — до 25,5 млн КУО/г ґрунту, а також змінами кількості іншої мікробіоти — від 40 тис. до 21,6 млн КУО/г ґрунту. Це свідчить про високий рівень кореневих виділень та їх збагачення речовинами білкової природи, що є субстратами росту амоніфікаторів.

Застосування біодобрих у фазі чотирьох листків стимулювало збільшення кількості амоніфікувальних, целюлозоруйнівних, педотрофних і фосфатмобілізуючих мікроорганізмів у 1,1–6,7 раза порівняно з

контролем. Кількість фосфатмобілізуючих, амоніфікувальних і олігонітрофільних мікроорганізмів у ризосфері рослин томатів максимально збільшувалася за використання біодобрих Агро-Бак Плюс і становила 55,5, 31,5 й 69,6 млн КУО/г ґрунту відповідно, що в 1,2–3,1 раза перевищує вказані показники в контрольному варіанті.

Мікроскопічні гриби є потенційною загрозою розвитку хвороб культурних рослин. Внесення біодобрих Агро-Бак Плюс, Рост Концентрат і Екстрасол обумовлювало незначне зниження кількості мікроміцетів і фітотоксичності ґрунту. Стрептоміцети є однією з головних таксономічних груп мікроорганізмів, задіяних у процесах утворення гумусу. Застосування біодобрих сприяло зростанню їх кількості в 1,6–2,7 раза порівняно з контролем.

У фазі квітання — плодоношення нами виявлено значну стимулювальну дію біодобрих на чисельність мікроорганізмів у ризосфері рослин, що була в 1,2–8,3 раза

Таблиця 2

Кількість мікроорганізмів у ризосфері рослин томата сорту Клондайк за дії біодобрих

Мікроорганізми, КУО/г ґрунту	Контроль	Агро-Бак Плюс	Рост Концентрат	Екстрасол
<i>Фаза чотирьох листків</i>				
Педотрофні, $N \times 10^6$	22,6 $\pm$ 1,7	155,7 $\pm$ 1,4	128,2 $\pm$ 2,1	105,1 $\pm$ 1,3
Фосфатмобілізуючі, $N \times 10^6$	20,4 $\pm$ 1,5	55,5 $\pm$ 1,5	47,7 $\pm$ 1,5	51,4 $\pm$ 2,1
Целюлозоруйнівні, $N \times 10^5$	18,4 $\pm$ 1,4	42,4 $\pm$ 1,3	27,3 $\pm$ 1,5	25,6 $\pm$ 1,7
Амоніфікувальні, $N \times 10^6$	26,3 $\pm$ 2,1	31,5 $\pm$ 1,3	31,3 $\pm$ 2,1	31,5 $\pm$ 1,5
Олігонітрофільні, $N \times 10^6$	22,6 $\pm$ 1,5	69,6 $\pm$ 1,5	49,4 $\pm$ 1,5	59,5 $\pm$ 1,5
Мікроміцети, $N \times 10^3$	38,4 $\pm$ 1,7	22,2 $\pm$ 1,4	32,4 $\pm$ 1,7	32,6 $\pm$ 2,1
Стрептоміцети, $N \times 10^5$	14,3 $\pm$ 2,0	38,3 $\pm$ 1,7	22,6 $\pm$ 1,5	30,2 $\pm$ 2,1
<i>Фаза квітання — плодоношення</i>				
Педотрофні, $N \times 10^6$	24,8 $\pm$ 1,4	205,6 $\pm$ 2,1	175,2 $\pm$ 2,1	160,4 $\pm$ 1,7
Фосфатмобілізуючі, $N \times 10^6$	22,6 $\pm$ 1,5	74,8 $\pm$ 1,9	67,1 $\pm$ 1,7	69,6 $\pm$ 1,5
Целюлозоруйнівні, $N \times 10^5$	20,2 $\pm$ 1,9	87,5 $\pm$ 1,7	67,9 $\pm$ 1,5	75,8 $\pm$ 1,4
Амоніфікувальні, $N \times 10^6$	21,5 $\pm$ 1,9	105,7 $\pm$ 1,3	102,2 $\pm$ 2,1	103,5 $\pm$ 1,4
Олігонітрофільні, $N \times 10^6$	25,1 $\pm$ 1,3	144,5 $\pm$ 2,3	105,4 $\pm$ 1,5	130,6 $\pm$ 1,3
Мікроміцети, $N \times 10^3$	43,4 $\pm$ 1,5	21,8 $\pm$ 1,5	32,5 $\pm$ 1,4	30,8 $\pm$ 1,5
Стрептоміцети, $N \times 10^5$	22,8 $\pm$ 1,7	56,4 $\pm$ 1,4	25,5 $\pm$ 1,4	36,2 $\pm$ 1,3

вищою, ніж на контролі. Збільшення чисельності мікроорганізмів у кореневій зоні рослин унаслідок внесення біодобрив обумовлено їх безпосередньою дією на мікробіоту, а також стимуляцією процесів розвитку рослин, кількістю кореневих ексудатів та різноманіттям групи олігонітрофілів на поверхні коренів упродовж онтогенезу [3].

ВИСНОВКИ

Обробка насіння біодобривами скорочувала періоди проходження етапів організації у період розвитку розсади, прискорювала швидкість утворення справжніх листків і збільшувала кількість закладених квіток рослин. За умов внесення біодобрива Рост Концентрат визначено максималь-

не значення показників росту стебла ($32,8 \pm 0,5$ см), площі листків ($0,093 \text{ м}^2$), кількості китиць ($7,53$ од.) та зав'язування плодів томатів ($93,3\%$). Застосування біодобрив сприяло зниженню вмісту нітратів, підвищенню вмісту сухої речовини, сумарних цукрів, вітаміну С, поліпшенню харчової якості та цінності плодів. Унаслідок обробки рослин томата сорту Клондайк біодобривами на основі азотфіксуючих бактерій *Bacillus subtilis* і гумату встановлено збільшення в $1,1\text{--}6,7$ раза чисельності амоніфікуювальних, целюлозоруйнівних, педотрофних та фосфатмобілізуючих мікроорганізмів порівняно з контролем, що сприяє оптимізації процесів трансформації органічних та неорганічних сполук.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чайковська В.В. Комплексні мікробні препарати для інтегрованих систем землеробства / В.В. Чайковська, Я.В. Чабанюк, О.В. Шерстобоева // Мікробіологія і біотехнологія. — 2007. — № 1. — С. 75–81.
2. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / В.В. Волкогон, О.В. Надкєрнична, Л.М. Токмакова та ін.; за ред. В.В. Вокогона. — К.: Аграрна наука, 2010. — 464 с.
3. Микробные препараты как факторы регулирования численности агрономически ценных микроорганизмов в почве и ризосфере овощных культур / А.А. Аутко, Л.А. Суховицкая, Г.В. Сафронова [и др.] // Сільськогосподарська мікробіологія. — 2008. — Вип. 8. — С. 7–16.
4. Биорегуляция микробно-растительных систем: Монография / Под ред. Г.А. Иутинской, С.П. Пономаренко. — К.: НЧЛАВА, 2010. — 472 с.
5. Шерстобоева О.В. Біологічний моніторинг ґрунтів як складова екологічного моніторингу агроєкосистем / О.В. Шерстобоева, Т.З. Шустерук, О.С. Дем'янюк // Агроєкологічний журнал. — 2007. — № 3. — С. 45–49.
6. Біотехнологія ризосфери овочевих рослин: Монографія / За ред. В.П. Патики. — Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2015. — 266 с.
7. Жолобова І.С. Влияние биогуматов на почвенную биоту [Електронний ресурс] / І.С. Жолобова // Научный журнал КубГАУ. — 2015. — № 114 (10). — Режим доступу до журн.: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/74.pdf>
8. Коломієць Ю.В. Передпосівна обробка насіння біодобривами як засіб стимуляції росту та фізіолого-біохімічних процесів у рослинах сортів помідора [Електронний ресурс] / Ю.В. Коломієць, І.П. Григорюк, Л.М. Буценко // Наукові доповіді НУБіП України. — 2016. — № 5 (26). — Режим доступу до журн.: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7245/7024>
9. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / За ред. Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка. — Х.: Основа, 2001. — 369 с.
10. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. — 303 с.
11. Perez-Garcia A. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of *Bacilli* in agriculture / A. Perez-Garcia, D. Romero, A. de Vicente // Current Opinion in Biotechnology. — 2011. — Vol. 22. — P. 187–193.

REFERENCES

1. Sherstoboieva O.V., Chaikovska V.V. & Chabaniuk Ya.V. (2007). *Kompleksni mikrobni preparaty dlia intehrovcanykh system zemlerobstva* [Multifunctional microbial complex for the agricultural integral systems]. *Mikrobiolohiia i biotekhnolohiia* [Microbiology and Biotechnology], No. 1, pp. 75–81 (in Ukrainian).
2. Volkohon V.V. (Ed.) (2010). *Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiia* [Experimental soil microbiology]. Kyiv: Ahrarna nauka Publ., 464 p. (in Ukrainian).
3. Autko A.A., Sukhovitskaya L.A., Safronova G.V., Autko An.A., Poznyak O.V. & Korolenok N.V. (2008). *Mikrobnye preparaty kak faktory regulirovaniya chislenosti agronomicheski tsennykh mikroorganizmov v pochve i rizosfere ovoshchnykh kul'tur* [Microbial preparations as the regulation factors of agronomically valuable microorganisms number in soil and rhizosphere of vegetable cultures]. *Sil's'kogospodars'ka mikrobiologiya* [Agricultural microbiology], No. 8, pp. 7–16 (in Russian).

4. Iutinskaya G.A., Ponomarenko S.P., Andreyuk E.I., Antipchuk A.F., Babayants O.V., Belyavskaya L.A., Yamborko N.A. (2010). *Bioregulyatsiya mikrobnorastitel'nykh sistem* [Bioregulation of Microbial-Plant Systems]. Kiev: Nichlava Publ., 472 p. (in Russian).
5. Sherstoboieva O.V., Shusteruk T.Z. & Demianiuk O.S. (2007). *Biologichnyi monitorynh gruntiv yak skladova ekologichnoho monitorynhu ahroekosystem* [Biological monitoring of soil as a component of environmental monitoring of agroecosystems]. *Ahroekologichnyi zhurnal* [Agroecological journal]. No. 3, pp. 45–49 (in Ukrainian).
6. Patyka V.P. (Ed.) (2015). *Biotehnolohiia ryzozsfery ovochevykh rosllyn* [Biotechnology of vegetable plants rhizosphere]. Vinnytsia: PP «TD Edelweis i K» Publ., 266 p. (in Ukrainian).
7. Zholobova I.S. (2015). *Vliyanie biogumatov na pochvennyu biotu* [Biohumate effects on soil biota]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU* [Scientific journal of KubSAU], No. 114 (10). Available at: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/74.pdf> (in Russian).
8. Kolomiets Yu.V., Hryhoriuk I.P. & Butsenko L.M. (2016). *Peredposivna obrobka nasinnia biodobryvamy yak zasib stymuliatsii rostu ta fiziolohe-biokhimichnykh protsesiv u rosllynakh sortiv pomidora* [Pre-sowing seed treatment of biofertilizers as a means of stimulating growth and physiological and biochemical processes in the tomato varieties of plants]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy* [Scientific reports of NULEiS Ukraine]. No. 5 (26). Available at: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7245/7024> (in Ukrainian).
9. Bondarenko H.L. & Yakovenko K.I. (Eds.) (2001). *Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi* [The methodology of experimental work in the Vegetables and Melons]. Kharkiv: Osnova Publ., 369 p. (in Ukrainian).
10. Zvyagintsev D.G. (1991). *Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii* [Methods of Soil Microbiology and Biochemistry]. Moskva: Izd-vo Mosk. un-ta Publ., 303 p. (in Russian).
11. Perez-Garcia A., Romero D. & A. de Vicente (2011). Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of Bacilli in agriculture. *Current Opinion in Biotechnology*, Vol. 22, pp. 187–193 (in English).

УДК 631.466

ВПЛИВ РЕКРЕАЦІЙНОЇ ДИГРЕСІЇ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ОПІЛЛЯ НА ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ МІКРОМІЦЕТІВ ҐРУНТУ

О.І. Дерех, В.П. Оліферчук

Національний Лісотехнічний університет України

На прикладі ґрунтів із різними стадіями рекреаційної дигресії зеленої зони м. Львова досліджено видовий склад грибних угруповань. Проаналізовано ґрунтовий покрив дослідних стаціонарів. Описано методику проведення мікологічного аналізу ґрунтів. Здійснено ідентифікацію видів. Встановлено сезонну динаміку чисельності мікроміцетів. Досліджено структурні зміни таксономічного складу грибів у ґрунтах із різними стадіями дигресії порівняно з контролем.

Ключові слова: *стадія рекреаційної дигресії, зелена зона, мікроміцети.*

Лісова екосистема — одна з найменш захищених структур біосфери, що піддається руйнівному впливу ендегенних, екзогенних, антропогенних, особливо техногенних та рекреаційних, чинників.

Рекреаційний (туристичний) вплив збільшується із ростом щільності населення й урбанізації. Цей тип впливу осо-

бливо негативно позначається на лісових біогеоценозах. За високих рекреаційних навантажень може відбуватися якісне переродження фітоценозів. Так, зменшується запас підстилки, значно змінюються фізичні властивості ґрунтів (порушення водного, повітряного й температурного режимів), збільшується щільність, зменшується водопроникність та кількість великих пор, змінюється низка хімічних властивостей тощо

[1, 2]. Ці зміни істотно відображаються на угрупованнях мікроскопічних грибів, середовище існування яких зазнає значного порушення.

Зменшення запасів підстилки на рекреаційних ділянках зумовлено не тільки витоптуванням та перерозподілом, але й активізацією в ній процесів мікробної, у т.ч. й грибної, деструкції. Діяльність деструкторів стимулюється попереднім подрібненням підстилки внаслідок рекреаційного впливу й перемішування подрібнених фрагментів з ґрунтом [3]. В експерименті з модельними рекреаційними навантаженнями на бурих лісових ґрунтах (Карпатський природний парк) було відзначено, що рекреаційне ущільнення в перший рік досліджу не втратило вмісту міцелію. А навпаки, низькі рекреаційні навантаження спершу дещо збільшували біологічну активність ґрунту. Тенденція до зниження вмісту міцелію у ґрунті спостерігалась тільки на другий рік впливу, і лише на третій рік витоптування вміст міцелію на ділянках з найбільшим рекреаційним впливом був значно нижчим, ніж на контролі. Зазвичай, уміст світлозабарвленого міцелію знижується сильніше, ніж темного.

Природні умови існування лісів у межах приміської зони м. Львова значно змінено під впливом антропогенного чинника. Наслідки людської діяльності проявляються в забрудненні ґрунтів і атмосфери, у зміні лісорослинних умов під впливом рекреації.

Структура приміської лісової зони є фактично наслідком експлуатації і відтворення біоценозів. Проявляються ці зміни значною фрагментацією лісових масивів, а саме насаджень, спрощенням породного складу, нерівномірним розподілом деревостанів, зниженням біорізноманіття лісів. Зелена зона м. Львова межує з п'ятьма ландшафтними комплексами: Розточчя, Грядове Побужжя, Винниківське Холмогір'я, Львівське плато і Люблінська рівнина [1]. Ґрунти приміської лісової зони м. Львова, переважно, це — опідзолені різновиди їх лісостепоного ряду: опідзолені чорноземи, темно-сірі, сірі і світло-сірі [3]. Неоднорідність мікрокліматичних умов,

що формуються під впливом складного рельєфу і лісових фітоценозів, спричиняють поглиблення екологічних проблем антропогенного походження у лісових геосистемах приміської лісової зони міста.

Мета досліджень — встановити різноманіття мікроміцетів ґрунтів та їх чисельність залежно від стадій рекреаційної дигресії лісових екосистем зеленої зони м. Львова та різних типів лісорослинних умов.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження дубових та букових насаджень проводили у Липниківському, Винниківському лісництвах ДП «Львівське лісове господарство» і лісопарку «Зубра», що формують лісопаркову частину лісів зеленої зони м. Львова. У районі досліджень деревостани із дубом звичайним у складі представлено такими типами лісу — вологою грабовою дібровою (стаціонар у лісопарку «Зубра») та вологою дубово-грабовою бучиною (стаціонар «Давидів» — с. Гончарі); із буком лісовим — вологою та свіжою дубово-грабовою бучиною (стаціонар «Липники» та «Винники»). Ґрунти — темно-сірі, опідзолені, суглинисті на лесоподібних відкладах. Рельєф дослідних ділянок — рівнинний. Детальну характеристику дослідних насаджень наведено у попередніх роботах [3, 4].

Для проведення мікологічного аналізу зразки ґрунту відбирали впродовж 2012–2013 рр. у травні, серпні та листопаді. Проби ґрунту відбирали з верхнього 0–10 см шару ґрунту на ділянках із різними стадіями дигресії у кожному дослідному стаціонарі та у відповідних за типом лісу контролях — ділянках, які не зазнавали рекреаційного впливу. Виділення мікроскопічних грибів проводили за загальноприйнятою методикою. Визначення кількісного та якісного їх складу здійснювали методом посіву ґрунтової суспензії з децимальних розведень на сусло-агарне середовище [5]. Ідентифікацію проводили за відповідними визначниками [6–8, 12]. Обробку отриманих результатів здійснювали за допомогою Microsoft Excel 2007 та Statistica 6.0.

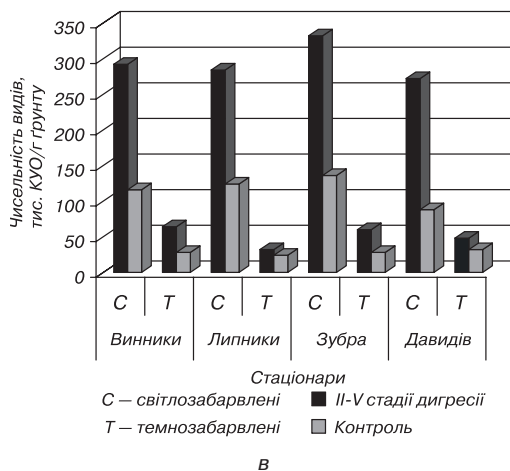
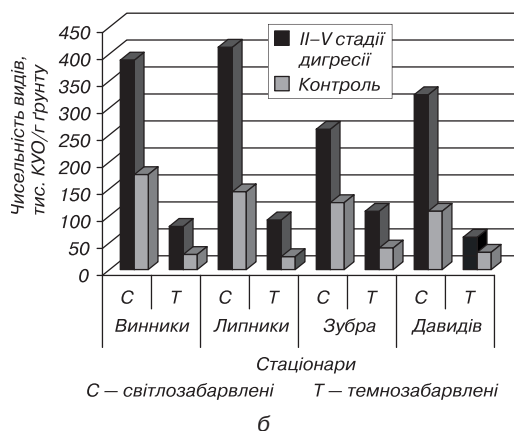
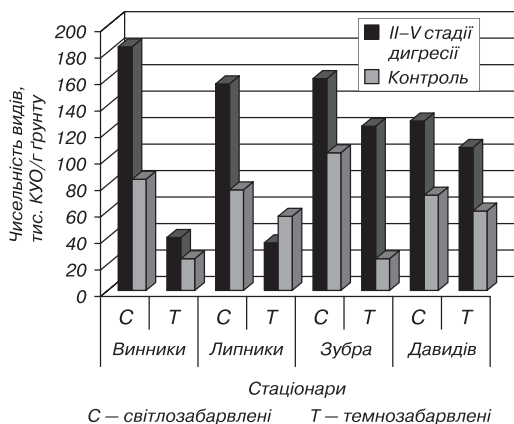


Рис. 1. Загальна чисельність мікроміцетів у лісових екосистемах: а) осінній сезон 2012 р.; б) весняний сезон 2013 р.; в) літній сезон 2013 р.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Проведений аналіз загальної чисельності мікроміцетів на різних за способом використання територіях засвідчив, що у ґрунтах контрольних варіантів за видовим різноманіттям темнозабарвлених (меланінвмісних) та світлозабарвлених видів їх частка відповідає класичному розподілу — 20:80% (рис. 1). Слід відзначити, що видовий склад мікроміцетів дослідних стаціонарів, що зазнають рекреаційного впливу, є різноманітнішим порівняно з контрольними ділянками.

Дослідження сезонної динаміки чисельності грибів у лісових екотопах дало змогу встановити, що у всіх стаціонарах їх кількість збільшується у весняний період, за винятком стаціонару «Зубра», а у осінній — значно зменшується (рис. 2-а).

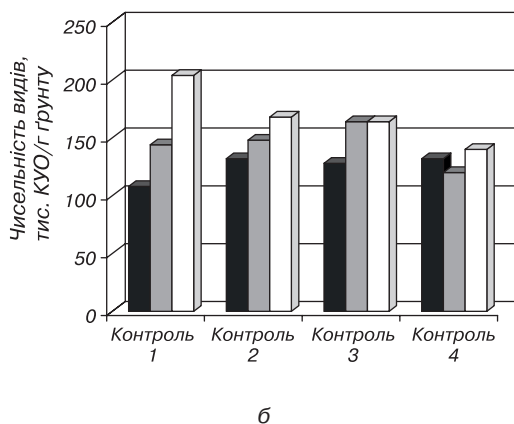
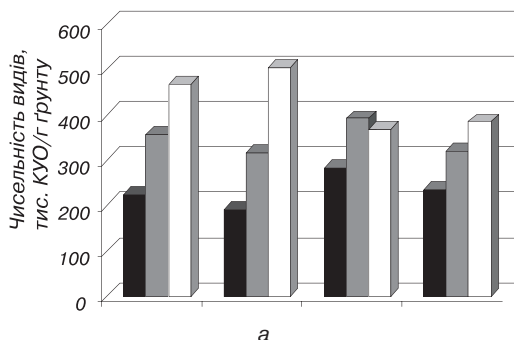


Рис. 2. Загальна кількість видів мікроміцетів у всі сезони: а) на дослідних стаціонарах, б) на контрольних ділянках

На контрольних ділянках букових лісостанів спостерігається аналогічна динаміка, а щодо дубових, на одному із контролів чисельність мікроміцетів однакова у весняно-літній період (рис. 2-б).

Проведений аналіз таксономічної структури дав змогу встановити, що комплекси типових видів стаціонарів «Винники», «Липники» формують мікроміцети, що належать до родів: *Absidia*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Humicola*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Penicillium*, а «Зубра» і «Давидів»: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Phoma*, *Verticillium*. Найбільшим видовим різноманіттям відрізняються роди *Penicillium* і *Aspergillus*, що є типовим для лісових ґрунтів.

Встановлено, що за майже однакової загальної кількості виявлених видів і родів існують якісні відмінності в родовому складі контрольних ґрунтів. Виявлено специфічні особливості родового складу грибів на контрольних ґрунтах (контрольна ділянка № 3 та № 4) у літній та осінній сезони, зокрема, додається вид з родини *Doratomyces*. Зникнення видів з родини *Doratomyces* свідчить про вимирання виду внаслідок сильного рекреаційного навантаження, а цей вид бере участь у формуванні гумусового шару ґрунту.

Прослідковується тенденція до збільшення кількості та видового різноманіття видів на ґрунтах IV та V стадій дегресії на стаціонарах «Винники», «Липники», «Зубра», «Давидів». В основному, така тенденція забезпечується збільшенням меланінвмісних видів: *Aureobasidium pullulans*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium herbatum*, *Humicola grisea*. Зауважимо, що загальна кількість видів на дослідних стаціонарах є удвічі більшою, ніж на контролі. Це мож-

на пояснити збільшенням рекреаційного навантаження на ділянки внаслідок активізації антропогенного чинника. Відповідно до наших досліджень, рід *Zygomycetes* є однаково представленим на контролі — і кількісно і якісно. Щодо видів родів *Penicillium* і *Aspergillus*, які беруть активну участь у розкладанні органіки на початковій стадії (зокрема листя відмерлих коренів тощо), то спостерігається тенденція до їх кількісного збільшення у місцях рекреаційного навантаження.

Загалом, за період досліджень нами було проаналізовано 11 368 ізолятів грибів, виділено 44 морфолого-культуральних типів та ідентифіковано 134 види, що належать до 45 родів. Усі види відносяться до трьох класів (*Zygomycetes*, *Ascomycetes*, *Basidiomycetes*).

Отже, проведений аналіз видового складу і структури мікроміцетних комплексів досліджуваних екотопів за екологічними критеріями засвідчив, що видове різноманіття грибів збільшувалося у сприятливіші за погодними умовами сезони.

ВИСНОВКИ

За результатами досліджень ґрунтів із різними стадіями дигресії лісових екосистем зеленої зони м. Львова виявлено зміни структури таксономічного складу мікроміцетних комплексів порівняно з контрольними ґрунтами.

Найбільшим видовим різноманіттям характеризуються роди *Penicillium* і *Aspergillus*, а їх кількість збільшується на IV–V стадіях рекреаційної дигресії.

Біоіндикаторами надмірного антропогенного навантаження слід використовувати такі види: *Aureobasidium pullulans*, *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *Cladosporium herbatum*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium citrinum*, *Trichoderma lignorum*.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бабич О. Геоєкологічний стан лісових геосистем приміської зони м. Львова / О. Бабич // Еколого-географічні аспекти і проблеми природокористування: Наукові записки. — 2010. — № 1. — С. 278–283.
2. Бабьева И.П. Биология почв / И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. — 248 с.
3. Озарків О.И. Рекреационная оценка почв зеленой зоны г. Львова / О.И. Озарків, Л.И. Копий //

- Актуальные проблемы лесного комплекса: Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции / под общей ред. Е.А. Памфилова. — Брянск: БГИТА, 2013. — Вып. 35. — С. 121–123.
4. *Зайка В.К.* Вміст пластидних пігментів у підрослі бука та дуба на ділянках різних стадій дигресії зеленої зони м. Львова / В.К. Зайка, О.І. Дерех // Науковий вісник: Зб. наук.-техн. праць НЛТУ України. — 2014. — Вип. 24.3. — С. 9–17.
 5. *Воробьева Л.И.* Техническая микробиология / Л.И. Воробьева. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. — 168 с.
 6. *Билай В.И.* Аспергиллы / В.И. Билай, Э.З. Коваль. — К.: Наукова думка, 1988. — 204 с.
 7. *Билай В.И.* Микромицеты почв / В.И. Билай, И.А. Элланская, Т.С. Кириленко; под общ. ред. В.И. Билай. — К.: Наукова думка, 1984. — 264 с.
 8. *Билай В.И.* Фузарии / В.И. Билай. — 2 изд., доп. и перераб. — К.: Наукова думка, 1977. — 444 с.
 9. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / В.В. Волкогон, О.В. Надкєрнична, Л.М. Тєрмакова та ін.; за наук. ред. В.В. Волкогон. — К.: Аграр. наука, 2010. — 464 с.
 10. *Кириленко Т.С.* Атлас родов почвенных грибов (*Ascomycetes* и *Fungi imperfecti*) / Т.С. Кириленко. — К.: Наукова думка, 1977. — 128 с.
 11. *Марфєнина О.Е.* Антропогенная экология почвенных грибов / О.Е. Марфєнина. — М.: Медицина для всех, 2005. — 196 с.
 12. *Марфєнина О.Е.* Микробиологические аспекты охраны почв / О.Е. Марфєнина. — М.: Изд-во МГУ, 1991. — 118 с.

REFERENCES

1. Babych O. (2010). *Heoekolohichnyi stan lisovykh heosystem prymyskoi zony m. Lvova* [Geoeological state forest geosystems suburbs m. Lviv]. *Ekolohohoeografichni aspekty i problemy pryrodokorystuvannia: Naukovi zapysky* [Ecological and geographical aspects and environmental issues: Scientific note]. No. 1, pp. 278–283 (in Ukrainian).
2. Babeva I.P., Zenova G.M. (1983). *Biologiya pochv* [Soil Biology]. Moskva: Izdatelstvo Moskovskogo universitetata Publ., 248 p. (in Russian).
3. Ozarkiv O.I., Kopyi L.I. (2013). *Rekreatsioonnaya otsenka pochv zelenoy zony g. Lvova* [Recreational assessment of soil Green Zone in Lviv]. *Aktualnye problemy lesnogo kompleksa: Sbornik nuchnykh trudov po itogam mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Actual problems of forestry complex: Collection nuchnyh works on the basis of international scientific and technical conference]. Vol. 35, Bryansk: BGITA Publ., pp. 121–123 (in Russian).
4. Zaika V.K., Derekh O.I. (2014). *Vmist plastydnykh pihmentiv u pidrostu buka ta duba na dilianakakh riznykh stadii dyhresii zelenoi zony m. Lvova* [Content plastydnyh pigments in beech and oak seedlings on plots of different stages of digression green zone city Lviv]. *Naukovyi visnyk: Zb. nauk.-tekhn. prats NLTU Ukrainy* [Scientific Bulletin: Coll. nauk.-Tech. works NLTU Ukraine]. Iss. 24.3, pp. 9–17 (in Ukrainian).
5. Vorobeva L.I. (1987). *Tekhnicheskaya mikrobiologiya* [Technical Microbiology]. Moskva: Izdatelstvo Moskovskogo universitetata Publ., 168 p. (in Russian).
6. Bilay V.I., Koval E.Z. (1988). *Aspergilly* [Aspergillus]. Kyiv: Naukova dumka Publ., 204 p. (in Russian).
7. Bilay V.I., Ellanskaya I.A., Kirilenko T.S. (1984). *Mikromitsety pochv* [Micromycetes of soils]. Kyiv: Naukova dumka Publ., 264 p. (in Russian).
8. *Bilay V.I.* (1977). *Fuzarii* [Fusari]. Kyiv: Naukova dumka Publ., 444 p. (in Russian).
9. Volkohon V.V., Nadkernychna O.V., Tokmakova L.M. (2010). *Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiia: monohrafiia* [Experimental soil microbiology: Monograph]. Kyiv: Ahrarna nauka Publ., 464 p. (in Ukrainian).
10. Kirilenko T.S. (1977). *Atlas rodov pochvennykh gribov (Ascomycetes i Fungi imperfecti)* [Atlas genera of soil fungi (Ascomycetes and Fungi imperfecti)]. Kyiv: Naukova dumka Publ., 128 p. (in Russian).
11. Marfenina O.Ye. (2005). *Antropogennaya ekologiya pochvennykh gribov* [Anthropogenic soil fungi ecology]. Moskva: Meditsina dlya vsekh Publ., 196 p. (in Russian).
12. Marfenina O.Ye. (1991). *Mikrobiologicheskie aspekty okhrany pochv* [Microbiological aspects of soil protection]. Moskva: Izdatelstvo MGU Publ., 118 p. (in Russian).

БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

УДК 574.2:574.21+579.6+579.64

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ МІЖ БІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ГРУНТУ ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДІВ

І.С. Бровко, Я.В. Чабанюк, А.П. Корецький, С.В. Мазур

Інститут агроєкології і природокористування НААН

Досліджено взаємозв'язки між біологічними показниками ґрунту (дихання, токсичність, біомаса, чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних та таксономічних груп, активність ґрунтових ферментів тощо) за дії гербіцидів на основі кломазону та імазамоксу під час вирощування сої. Висвітлено, що вирощування цієї культури з використанням ґрунтових гербіцидів спричиняє порушення природного ценозу, що змінює внутрішню будову взаємозв'язків різних біологічних показників і позначається на ґрунтовій родючості, основна складова якої «фактор природного ценозу» ($R = 0,99$, при $p \leq 0,001$), що демонструє зв'язок та кореляцію між більшістю біологічних показників стану ґрунтів.

Ключові слова: ґрунтові гербіциди, біодіагностичні показники, факторний аналіз, ґрунтова родючість, кореляційні матриці.

Формування системи репрезентативних біодіагностичних показників для оцінки ґрунтів агроєкосистем є неможливим без вивчення екологічних функцій ґрунтової мікробіоти [1–3]. Кожна екосистема має свої унікальні властивості, сформовані одночасно біотичною і абіотичною складовими. Біодіагностичні показники не вважаються інформативними без їх статистичної та математичної оцінки.

Встановлення зв'язків між двома і більше множинами величин є одним із найскладніших завдань статистики. Одним із підходів може бути використання моделі аналізу головних компонентів. Розраховуючи головні компоненти для кожної множинності змінних і кореляцію між отриманими компонентами, іноді вдається встановити складні взаємозв'язки між цими множинами. Однак такий аналіз передбачає припущення про існування апріорної структури, властивої досліджуванім показникам (змінним). Щоб уникнути тако-

го припущення, доцільно створити групи (множини) всередині матриці, яка містить дані щодо досліджуваних показників, і провести аналіз таких груп за допомогою моделі канонічного кореляційного аналізу.

Порівняння кореляційних матриць, отриманих для досліджених природних екосистем, дає змогу умовно розподілити їх на два основних типи: перший — екосистеми, в яких досліджені коефіцієнти не корелюють з іншими показниками (за деяких винятків), другий тип — екосистеми, в яких досліджені коефіцієнти проявляють чисельні кореляції з іншими визначеними показниками [4–6].

Метою робити було встановити взаємозв'язки між біологічними показниками ґрунту за дії пестицидів і виокремити репрезентативні та ті, які є головними для оцінки стану ґрунтів агроєкосистем.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові дослідження проводили впродовж 2014–2016 рр. у короткотривалих експериментах з вивчення ефективності

ґрунтових гербіцидів (кломазон, імазамокс) на посівах сої сорту Либідь на Дослідному полі відділу агроекології і біобезпеки ІАП НААН (Вінницька обл.), тип ґрунту — чорнозем типовий. Відбір зразків ґрунту здійснювали впродовж фаз онтогенезу рослин. Чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних та таксономічних груп визначали загальноприйнятими методами [7–9]. Вплив ґрунтових гербіцидів на біологічні властивості ґрунту встановлювали за порівнянням з ґрунтом природної екосистеми.

Взаємозв'язки між дослідженими показниками встановлювали стандартним методом факторного аналізу шляхом виділення головних компонент за допомогою програми Statistica 10 (StatSoft, Inc., 2011).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Було використано варіант аналізу, за якого спільності дорівнюють квадрату коефіцієнта множинної кореляції. Цей метод об'єднує декілька показників із високим ступенем кореляції у так звані головні компоненти, що дає змогу зменшити кількість показників для оцінки залежної змінної. Наявність головних компонент вказує на приховану, або латентну структуру в досліджуваному ценозі. У рамках проведеного дослідження використовували два основні поняття факторного аналізу: (i) «фактор», або «головна компонента» — це прихована змінна, що визначається математично і відносно якої відбуваються зміни виявлених змінних; (ii) «навантаження» — кореляція між вихідною змінною та *i* фактором, або головною компонентою. Вважається, що фактор добре описує змінну (власне, її дисперсію), якщо значення коефіцієнта кореляції *R* (факторне навантаження) більше ніж 0,70. Відповідно до критерію Кайзера, головні компоненти, власні значення яких перевищували 1, вважали вагомими для подальшого аналізу. Оптимізацію головних компонент здійснювали шляхом математичного обернення моделі відносно досліджуваних змінних за допомогою доступних у програмі Statistica методів (варімаксу,

біквартімаксу, квартімаксу та еквимаксу) з метою нівелювання впливу на неї суміжних складових (тобто показників, які доволі добре можуть бути описані кількома головними компонентами).

Для визначення взаємозв'язків між дослідженими показниками було проведено факторний аналіз методом виділення головних компонент. Цей метод дає змогу об'єднати декілька показників із високим ступенем кореляції у так звані головні компоненти і у такий спосіб зменшити кількість показників для оцінки залежної змінної. Кількість головних компонент і їх склад (уміст змінних) вказують на внутрішню структуру досліджуваного ценозу і надають можливість встановити взаємозв'язки між досліджуваними змінними і відповідними змінами, спричиненими дією досліджуваних факторів, наприклад культивуванням різних сортів сої.

За результатами аналізу зв'язків між досліджуваними змінними природної екосистеми методом факторного аналізу було виявлено дві головні компоненти, які охоплюють 90,3% загальної дисперсії (табл. 1).

Такий результат вказує на двокомпонентну структуру природної екосистеми за дослідженими показниками. За оптимізації головних компонент (шляхом математичного обернення моделі відносно досліджуваних змінних за доступними в програмі Statistica методами) за вмістом досліджуваних змінних з метою нівелювання впливу на головну компоненту суміжних складових (тобто показників, які доволі добре можуть бути описані кількома головними компонентами) було отримано такий розподіл: дисперсія основної кількості змінних (18 з 20-ти) добре описується головною компонентою 1 (ГК 1 — фактор природного ценозу) — кумулятивна часта поясненої дисперсії становить 75,3%; варіювання інших двох змінних («кількість спор» і «коефіцієнт педотрофності») відбувається відносно головної компоненти 2 (ГК 2 — фактор педотрофності), що охоплює 15,0% загальної дисперсії (табл. 2). Так, для фактора 1 отримано позитивний характер кореляційної залежності із усіма

Таблиця 1

Основні статистичні показники головних компонент, виявлених у природному ценозі*

Головна компонента	Власне значення	% загальної дисперсії	Кумулятивне власне значення, максимум = 20	Кумулятивна частка, %
1	15,09	75,5	15,1	75,5
2	2,98	14,9	18,1	90,3

Примітка: * кількість змінних = 20.

Таблиця 2

Оцінка факторних навантажень у природному ценозі після їх оптимізації шляхом обернення методом квантімаксу*

Змінна	Фактор 1	Фактор 2
Дихання	0,97	0,03
Біомаса	0,95	-0,18
Фітотоксичність	0,73	0,63
Амоніфікатори	0,69	0,68
Кількість спор	0,54	0,68
Бактерії, що використовують мін. азот	0,93	0,29
Азотфіксувальні бактерії	0,97	0,01
Оліготрофи	0,85	0,44
Педотрофи	0,94	0,14
Фосфатмобілізувальні бактерії	0,97	0,04
Стрептоміцети	0,87	0,43
Мікроміцети	0,91	0,15
<i>Azotobacter</i>	0,96	-0,15
Фосфатазна активність	0,89	-0,12
Поліфенолоксидазна активність	0,93	-0,17
Пероксидазна активність	0,93	-0,27
Коефіцієнт мінералізації/імобілізації	0,71	-0,66
Коефіцієнт педотрофності	0,66	-0,71
Коефіцієнт оліготрофності	0,84	-0,24
Коефіцієнт гумусонакопичення	0,95	-0,11
Вплив фактора	15,07	3,00
Частка поясненої дисперсії, %	75,3	15,0

Примітка: * виокремлені жирним шрифтом значення перевищують показник кореляції $R > 0,70$.

залученими змінними, тоді як для фактора 2 кореляція із кількістю спор була позитивною, а із коефіцієнтом педотрофності — негативною.

Отриманий результат свідчить про вищий рівень залежності майже всіх досліджених змінних у природній екосистемі: фактор 1 може описати близько 75,3% від

загальної дисперсії 18 із 20-ти показників у ценозі. Тому такий фактор (головну компоненту) можна умовно назвати «фактором природного ценозу». Лише варіювання коефіцієнта педотрофності і кількості спор не вкладаються в загальну схему взаємовідносин із іншими змінними, а тому описуються фактором 2.

Під час оцінки кореляційних взаємовідносин між дослідженими змінними, визначеними для популяції «Контроль», було відзначено утворення трьох головних компонентів (ГК 1, ГК 2, ГК 3 — фактор оліготрофності), здатних описати 94,2% дисперсії.

Обернення функції, що описує кожну з головних компонент за допомогою методу еквимаксу, дає змогу розподілити фактори між трьома головними компонентами із описовим потенціалом: ГК 1, ГК 2, ГК 3 — 47, 24 і 23% відповідно. Кореляційні індекси між виявленими головними компонентами варіюють в діапазоні 24–32%, що вказує на високий рівень незалежності, а відповідно й унікальності, кожної з головних компонент, які описують внутрішню будову ценозу. Однак ієрархічний аналіз математично обернених факторів: природного ценозу (ГК 1), педотрофності (ГК 2) та оліготрофності (ГК 3) засвідчив про наявність трьох суміжних змінних — показники «педотрофи», «стрептоміцети» і «коефіцієнт гумусонакопичення», які корелюють з кожним із факторів, однак кореляційні індекси є недостатньо потужними.

Такий результат вказує на порушення залежностей між змінними «фактора природного ценозу», що спостерігаються в ценозі, — «контроль» і прогностична ефективність цього фактора (фактор 1) знижується до 47,3% порівняно із 75,3% у природній екосистемі. Такі змінні, як «мікроміцети» і «коефіцієнт мінералізації — іммобілізації», включаються до фактора 2, а змінні «бактерії, що використовують мінеральний азот», «оліготрофи» і відповідний «коефіцієнт оліготрофності» описуються новим фактором 3. Це свідчить, що в ценозі «Контроль» найбільш чутливими до антропогенного навантаження є мікроміцети, оліготрофи і

бактерії, які використовують мінеральний азот. Виділення головних компонент у ценозі «Кломазон» продемонструвало наявність трьох основних змінних (факторів), які описують 93,3% загальної дисперсії.

Обернення функцій головних компонент дає змогу розподілити фактори між трьома головними компонентами так, що мінімальна кількість суміжних змінних досягає лише п'яти: «стрептоміцети», «мікроміцети», «пероксидазна активність», «коефіцієнт мінералізації — іммобілізації» і «коефіцієнт педотрофності». Описовий потенціал для цих трьох факторів становить 61,5, 16,3 і 15,5% відповідно. Кореляційні індекси між головними компонентами 1 і 3 досягають 55,0%, тоді як між іншими факторами індекси кореляції не перевищують 8,5%. Такий результат свідчить про певну незалежність змін, що відбуваються в змінних, описаних головними компонентами 1 і 2, а також про можливий зв'язок між значеннями змінних головної компоненти 3 і 1. Саме тому змінні головної компоненти 3 відносяться до суміжних.

За результатами факторного аналізу встановлено, що ценоз «Кломазон» є більш подібним до природного ценозу за характером кореляційних зв'язків, про що свідчить доволі високе описове значення фактора 1 (фактор природного ценозу), який становить 61,5% порівняно із 71,5% у природному ценозі та 47,3% у ценозі «Контроль». Крім того, змінні фактора 3 так само, здебільшого, можуть бути поєднані із фактором природного ценозу, адже є суміжними із ним, і коефіцієнт кореляції між головними компонентами 1 і 3 становить 55,0%. Такий характер змін може свідчити про незначний рівень антропогенного навантаження на ценоз від застосування гербіцидів на основі кломазону. Основний вплив на ценоз відбувається внаслідок змін значень оліготрофних мікроорганізмів, чисельність яких і відповідний коефіцієнт оліготрофності змінюються незалежно від змін інших факторів. Про це свідчить низький рівень кореляції головного компонента 2, що виходить із головних компонентів 1 і 3 (8,1 і 8,4% відповідно).

Факторний аналіз ценозу «Імазамокс» так само продемонстрував три головні компоненти і фактори, які їх описують, здатні охопити близько 93,4% загальної дисперсії. Обернення функцій головних компонент дає змогу розподілити фактори між трьома їх різновидами у такий спосіб, що суміжні змінні проявляються слабо і не мають необхідного впливу (за умови $R > 0,70$). Описовий потенціал для трьох факторів становить 54,4, 19,3 і 19,7% відповідно. Кореляційні індекси між головними компонентами варіюють у межах 5,5–25,8%, що свідчить про незалежність змін, які відбуваються у змінних і описуються винайденими головними компонентами.

Головна компонента, кластер якої містить змінну «коефіцієнт педотрофності» ймовірно є незалежним фактором, до якого у разі порушення функціонування ценозу можуть відноситися й інші змінні, передусім «коефіцієнт мінералізації — іммобілізації», разом з яким «коефіцієнт педотрофності» утворює найвагоміші (мажорні) детермінуючі чинники у межах цього кластера із величиною факторного навантаження понад 90%. До міnorних детермінант, виявлених в усіх ценозах із антропогенним впливом, відноситься лише одна змінна — «мікроміцети» з коефіцієнтом факторного навантаження в діапазоні 77–82%. До інших міnorних детермінант, які спорадично проявляються з різною величиною факторного навантаження в різних ценозах, відносяться «амоніфікатори» і «кількість спор». У природному ценозі ці дві змінні так само є присутніми, як і можливі компоненти спільного із «коефіцієнтом педотрофності» кластера, однак коефіцієнт факторного навантаження для них становить лише 0,68. Унаслідок застосування різних гербіцидів відбуваються зміни у величині і знаку (+/–) факторного навантаження для цих двох змінних, а тому можна припустити, що вони так само є показниками різних ланок антропогенного навантаження на ценоз.

Отже, структура природного ценозу характеризується двома основними факторами, які умовно можуть бути названі —

«фактор природного ценозу», що описує більшість досліджених змінних, і «фактор педотрофності», основною детермінуючою змінною в якому виступає «коефіцієнт педотрофності». Коефіцієнт педотрофності є похідною функцією від змінних, які описуються фактором 1, а тому цілком ймовірно припустити, що така відокремленість від загальної кількості змінних є випадковою і визначається лише недостатньою величиною розміру вибірки. Однак подальший аналіз, на прикладі інших ценозів, засвідчив, що цей фактор є окремою складовою внутрішньої структури всіх досліджених ценозів.

Значна реакція оліготрофних мікроорганізмів на культивування рослин сої та досліджуваних гербіцидів і відокремлення їх із кластера змінних, які відносяться до «фактора природного ценозу», у окремий кластер надає підстави надати йому умовну назву «фактор оліготрофності», адже до кластера, який корелює із цим фактором, одночасно потрапляють і «кількість оліготрофів», і «коефіцієнт оліготрофності», а залучення іншої змінної, такої як «бактерії, що використовують мінеральний азот» (за розгляду ценозу «Контроль»), ймовірно, є вторинним і може бути результатом істотніших змін у ценозі під впливом антропогенних чинників.

Унаслідок застосування різних гербіцидів низка змінних випадають із «фактора природного ценозу» і переходять у «фактор педотрофності», одночасно формуючи «фактор оліготрофності». Близькі величини кумулятивної дисперсії для обох цих факторів можуть свідчити про їх рівнозначність за оцінки стану ценозу. А тому величина кумулятивної дисперсії «фактора природного ценозу» може бути показником рівня його порушення. І в цьому аспекті найбільших змін щодо природного ценозу набуває ценоз «Контроль», в якому показник кумулятивної дисперсії зменшується до 47,3% порівняно із 75,3% на контролі, а найменших — ценоз «Кломазон», де цей показник становить 61,5%. Вказаний показник проявляє пряму кореляцію ($R = 0,99$, при $p \leq 0,001$) із показником «урожайність». Так, найменшу врожайність зафіксовано в ценозі «Контроль» ($2,2 \pm 0,6$ т/га), а найбіль-

Таблиця 3

Показники продуктивності досліджуваних ценозів порівняно із кумулятивною дисперсією «фактора природного ценозу» (головна компонента 1) за дії ґрунтових гербіцидів, %

Показник	Природний ценоз	Контроль	Кломазон	Імазамокс
Фактор природного ценозу (ГК1)	75,3	47,3	61,5	54,4
Фактор педотрофності (ГК2)	15,0	23,6	15,5	19,7
Фактор оліготрофності (ГК3)	0	23,3	16,3	19,3
Кількість бульбочок, од./рослину	—*	79,1±18,9	61,3±18,3	65,5±21,5
Маса бульбочок, г/рослину	—	1,1±0,3	0,7±0,2	0,8±0,3
Урожайність, т/га	—	2,2±0,6	2,7±0,7	2,5±0,7
Білок, %	—	32,5±1,1	31,1±2,0	31,5±2,9

Примітка: * – дисперсія відсутня.

шу — у ценозі «Кломазон» (2,7±0,7 т/га). Інші показники, такі як «кількість бульбочок», «маса бульбочок», мають обернену залежність від величини кумулятивної дисперсії «фактора природного ценозу», натомість проявляють позитивну кореляцію із «фактором педотрофності» ($R = 0,95$, при $p \leq 0,01$) і «фактором оліготрофності» ($R = 0,98-0,99$, при $p \leq 0,01$). Уміст білка у насінні сої в різних варіантах, загалом, не відрізняється і становить 31–33%.

ВИСНОВКИ

За вирощування сої з використанням ґрунтових гербіцидів відбуваються зміни

у внутрішній будові взаємозв'язків між різними біологічними показниками ґрунту, що позначається на основних показниках його родючості. Основною складовою ґрунту, що визначає родючість ($R = 0,99$, при $p \leq 0,001$), є так званий «фактор природного ценозу», який демонструє взаємозв'язок між більшістю із досліджених показників стану ґрунтів. Висока родючість ґрунту, очевидно, визначається стабільністю «фактора природного ценозу» і мінімізацією впливу інших факторів, наприклад «фактора педотрофності» і «фактора оліготрофності», що набувають певного значення в процесі вирощування сої.

ЛІТЕРАТУРА

1. Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере / Г.В. Добровольский, И.П. Бабьева, Л.Г. Богатырев и др. — М.: Наука, 2003. — 364 с.
2. *Nannipieri P.* Microbial diversity and soil functions / P. Nannipieri, J. Ascher, M. Ceccherini // *European Journal of Soil Science* — 2003. — Vol. 54. — P. 655–670.
3. *Fierer N.* The diversity and biogeography of soil bacterial communities / N. Fierer, R.B. Jackson // *PNAS*. — 2006. — Vol. 103. — No. 3. — P. 626–631.
4. Формування біорізноманіття та філотипової структури еубактеріального комплексу чорнозему типового при вирощуванні пшениці озимої / М.В. Патики, С.П. Танчик, О.Ю. Колодяжний та ін. // *Доповіді НАН України*. — 2012. — № 11. — С. 163–171.
5. *Microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions* / F. Buscot et al. — Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. — 419 p.
6. *Chau J.F.* The effect of soil texture on richness and diversity of bacterial communities / J.F. Chau, A.C. Bagtzoglou, M.R. Wilig // *Environ Forensics*. — 2011. — Vol. 12. — P. 333–341.
7. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Л.М. Токмакова та ін.; за ред. В.В. Волкогона. — К.: Аграрна наука, 2010. — 464 с.
8. *Звягинцев Д.Г.* Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев. — М.: Изд-во МГУ, 1991. — 304 с.
9. Большой практикум по микробиологии / Т.В. Аристовская, М.Е. Владимирская, М.М. Голербах и др.; под ред. Г.Л. Селибера. — М.: Высшая школа, 1962. — 492 с.

REFERENCES

1. Dobrovolskiy G.V., Babjeva I.P., Bogatyriov L.G. (2003). *Strukturno-funkcionalnaya rol' pochv i pochvennoi bioty v biosfere* [Structural and functional role of soils and soil biota in the biosphere]. Moskva: Science Publ., 364 p. (in Russian).
2. Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M. (2003). Microbial diversity and soil functions. *European Journal of Soil Science*, Moscow, Vol. 54, pp. 655–670 (in English).
3. Fierer N., Jackson R.B. (2006). The diversity and biogeography of soil bacterial communities, *PNAS*, Vol. 103, No. 3, pp. 626–631 (in English).
4. Patyka M.V., Tanchyk S.P., Kolodyazhnyi O.U. (2012). *Formuvannya bioriznomanitnosti ta filotypovoi struktury eubakterialnoho kompleksu chornozemu typovoho pry vyroshchuvanni psenytsi ozymoi* [The formation of biodiversity and phylotypical structure of eubacterial complex of typical chernozem in the process of growing winter wheat]. *Dopovidi NAN Ukrainy* [Reports of NAS of Ukraine]. No. 11, pp. 163–171 (in Ukrainian).
5. Buscot F. (2005). *Microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 419 p. (in English).
6. Chau J.F., Bagtzoglou A.C., Wilig M.R. (2011). The effect of soil texture on richness and diversity of bacterial communities, *Environ Forensics*, Vol. 12, pp. 333–341 (in English).
7. Volkogon V.V., Nadkernychna O.V., Tokmakova L.M. (2010). *Experymentalna gruntova mikrobiolohiya: monohrafiya* [Experimental soil microbiology: Monograph]. Kyiv: Ahrarna nauka Publ., 464 p. (in Ukrainian).
8. Zvyagincev D.G. (1991). *Metody pochvennoi mikrobiologii i biohimii* [The methods of soil microbiology and biochemistry]. Moskva: MGU Publ., 304 p. (in Russian).
9. Aristovskaya T.V., Vladimirskaia M.E., Gollerbah M.M. (1962). *Bolshoi praktikum po mikrobiologii* [Big Practicum of Microbiology]. Moskva: Vysshaya shkola Publ., 492 p. (in Russian).

УДК 579.266.4:574.34

ЧИСЕЛЬНІСТЬ ЕКОЛОГО-ТРОФІЧНИХ ГРУП МІКРООРГАНІЗМІВ ЯЗІВСЬКОГО РОДОВИЩА СІРКИ

О.М. Чайка, Т. Б. Перетятко, С.П. Гудзь

Львівський національний університет імені Івана Франка

Досліджено чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів на території Язівського родовища сірки. Встановлено, що чисельність усіх еколого-трофічних груп аеробних мікроорганізмів у ґрунті на глибині 50 см знижується порівняно із відповідним показником на глибині 30 см. У воді виявлено найменше бактерій усіх еколого-трофічних груп. З'ясовано, що в усіх пробах ґрунту і води, відібраних на території Язівського родовища сірки, переважають ацидофільні безбарвні сіркоокиснювальні бактерії. Значно нижчою є чисельність нейтрофільних безбарвних сіркоокиснювальних бактерій, анаеробних мікроорганізмів, сірководновлювальних, сульфатвідновлювальних бактерій у ґрунті, мулі, воді тощо. У контрольних зразках ґрунту біля джерела і води у с. Раковець денітрифікувальних бактерій не виявлено, окрім мулу, де їх міститься незначна кількість.

Ключові слова: еколого-трофічні групи мікроорганізмів, гідроген сульфід, сульфур, нітроген, карбон.

У другій половині минулого століття гірничо-видобувні підприємства, що проєктувалися в 50–60-ті роки і передбачали відкритий спосіб видобування сірки, стали

нерентабельними. Тому виникла необхідність ліквідації гірничих об'єктів та відновлення ландшафту навколо найбільших сірчаних кар'єрів, розташованих на території Львівської області [1].

Для Яворівського підприємства з видобування сірки було відведено 74 км² земель. У 1998 р. сірчаний кар'єр було за-топлено водою, нині його площа становить 1080 га. На місці кар'єра утворилося велике штучне озеро Яворівське, площа якого сягає понад 700 га [2].

У процесі видобутку корисних копалин відкритим способом руйнуються компоненти природного біогеоценозу, внаслідок чого утворюються техногенні ландшафти, рекультивація яких спричиняє формування якісно нових біогеоценозів, мікробіоценозів. Їхні компоненти вступають у тісну взаємодію між собою і з гірською породою, винесеною на поверхню з недоступної раніше глибини. Як наслідок, формуються нові угруповання мікроорганізмів, яким немає аналогів у природі [3–5].

Діяльність сірчаних підприємств спричинила корінні зміни рельєфу, погіршення родючості ґрунтів, що негативно позначається на рості та розвитку живих організмів. Формування техногенного ландшафту навколо Язівського сіркового родовища су-

проводжується створенням нової мікрозони, в якій безпосередньо змінюються умови навколишнього природного середовища. Оскільки ґрунт є середовищем існування багатьох мікроорганізмів, то важливим було провести мікробіологічний контроль його основних еколого-трофічних груп на території вказаного родовища.

Мета роботи — дослідити розповсюдження на території Язівського родовища сірки сірководновловальних бактерій та інших еколого-трофічних груп мікроорганізмів, які беруть участь у процесах ґрунтоутворення, а також у кругообігу сполук сульфуру, карбону і нітрогену.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом дослідження були зразки ґрунту з берегової смуги, мулу та води оз. Яворівське (з боку с. Терновиця, координати місцевості: N 49° 56,394', E 23° 27,627') на території Язівського родовища сірки (Яворівський р-н, Львівська обл.) з різних глибин (табл. 1). Ґрунт біля озера заріс густим шаром трави. Контролем

Таблиця 1

Місце відбору проб та їх загальна характеристика

Проба	Місце відбору проб	Глибина відбору, см	pH ґрунту	Вологість ґрунту, %	Температура ґрунту, °C
<i>Територія Язівського родовища сірки</i>					
Ґрунт 1	Родовище сірки	30	8,31	16,5	14
Ґрунт 2	Родовище сірки	50	8,1	21,3	14
Мул	Яворівське озеро	50	7,78	33,3	10
Вода	Яворівське озеро	40	7,51	—	10
<i>с. Раковець</i>					
Ґрунт 1	Біля джерела	30	4,85	13	20
Ґрунт 2	Біля джерела	50	5,00	5	19
Вода	Джерело	30	7,86	—	5
Мул	Джерело	20	7,6	44	5
<i>Відвали шахт</i>					
Візейська 1	Підніжжя	30	5,18	16,9	19
Візейська 2	Підніжжя	50	4,6	12,2	18
ЦЗФ 1	Вершина	30	3,31	9,4	19
ЦЗФ 2	Вершина	50	3,34	11,4	18

були вода і мул, а також ґрунт біля джерела в с. Раковець (Пустомитівський р-н, Львівська обл.), не забруднені сполуками сульфуру. Проби ґрунту відбирали за 100 м від джерела у лісі. Для порівняння чисельності сірководновловальних бактерій також відбирали проби породи відвалу вугільної шахти Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ) — на вершині відвалу з голим субстратом, а також породи відвалу вугільної шахти «Візейська» — з підніжжя відвалу. Ці відвали розташовуються у Червоноградському гірничопромисловому районі і характеризуються високим вмістом сполук важких металів. Проби відбирали весною, у травні.

Для виділення сапрофітних бактерій використовували м'ясо-пептонний агар (МПА); мікроскопічних грибів і дріжджів — сусло-агар; сульфатвідновлювальних — середовище Постгейта В; сірководновловальних бактерій — середовище Постгейта В без сульфатів, з додаванням елементної сірки; олігонітрофільних — середовище Ешбі; нітрифікувальних — середовище Виноградського; денітрифікувальних — середовище Гільтая; для мікроорганізмів, що використовують мінеральні форми нітрогену, — крохмально-аміачне середовище; для безбарвних нейтрофільних сіркоокиснювальних бактерій — середовище Бейеринка, ацидофільних — середовище Сільвермана — Люндгрена 9К. Для культивування целюлозоруйнівних бактерій використовували середовище Гетченсона із фільтрувальним папером. Чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів встановлювали за обростанням грудочок ґрунту, приймаючи загальну їх кількість за 100% та вираховуючи у відсотках кількість оброслих грудочок [6–8].

Аеробні мікроорганізми вирощували на чашках Петрі, що містили 20–30 мл агаризованого селективного середовища, у термостаті при 30°C, анаеробні — при 30°C у пробірках об'ємом 25 мл, закупорених гумовими пробками [9].

Кислотність ґрунтового розчину визначали на електронному приладі рН-150М [10].

Підрахунок чисельності колоній утворювальних одиниць (КУО) в 1 мл води і 1 г ґрунту здійснювали на твердих середовищах, з урахуванням розведення та вологості проб ґрунту; у рідких середовищах — методом граничних розведень за таблицею Мак-Креді [8].

Усі дослідження проводили у трикратній повторності. Визначали основні статистичні показники. Отримані результати опрацьовували статистично, використовуючи програму Microsoft Excel 2007; діаграми побудовано за допомогою програми Origin 6.1.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Важливе значення для розвитку мікроорганізмів має рН середовища. Відомо, що ґрунти мають різні значення рН — від кислого (рН 1–5) до лужного (рН 8–10) [11, 12]. Стабільність рН ґрунтового розчину підтримується завдяки буферним властивостям ґрунту. Кислотність ґрунту впливає на електричний заряд клітин, стан їх мембран, окисно-відновні реакції. Також слід зважати на «рН-ефект», сутність якого зводиться до того, що на межі розділу негативно зарядженого адсорбенту (частинки ґрунту) і рідини рН відрізняється від значення безпосередньо у розчині на 0,5–2. Тобто значення рН плаваючих клітин порівняно з адсорбційними зміщуються до кислого середовища на 0,5–2 од. На межі розподілу адсорбенту і ґрунтового розчину концентруються іони водню, а також органічні речовини. Вони створюють різні окисно-відновні системи, які формують специфічні умови існування, відмінні від тих, що є у розчинах [12]. Переважна більшість ґрунтових мікроорганізмів ростуть в умовах рівня рН 5,0–9,0, оптимальним для них є рН 6,8–8,0 [11]. Дослідження кислотності ґрунту, мулу і води Язівського родовища сірки засвідчили, що рН усіх зразків є слаболужним (7,51–8,3), тобто у межах норми. Кислотність мулу і води джерела поблизу с. Раковець виявилась нейтральною (рН 7,6), а кислотність ґрунту — слабокислою (рН 5,0); значення рН ґрунту відвалів вугільної шахти «Візей-

ська» є слабокислим (4,6–5,15), а ЦЗФ — кислим (3,3). Високу кислотність ґрунту відвалів зумовлено значною кількістю у породі сульфурвмісного мінералу піриту (близько 1–4%) з домішками арсену і ртуті. За впливу вологи, кисню і дії тіонових бактерій *Thiobacillus sp.* відбувається окиснення піриту з утворенням сульфатної кислоти [13].

Мікробіологічний аналіз засвідчив, що чисельність усіх еколого-трофічних груп

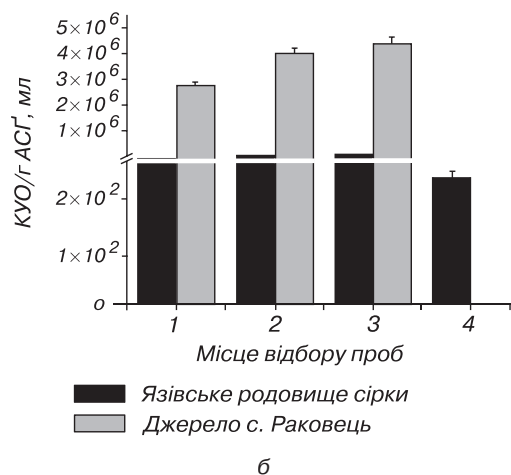
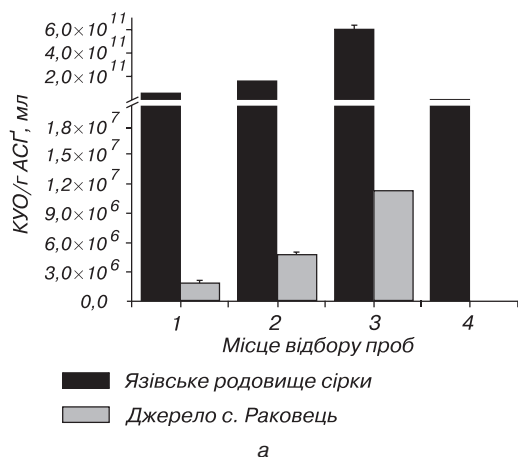


Рис. 1. Загальна чисельність безбарвних ацидофільних (а) і нейтрофільних (б) сіркоокиснювальних бактерій у водоймі і зразках ґрунту Язівського родовища сірки та джерела с. Раковець: 1 — ґрунт, відібраний на глибині 30 см; 2 — на глибині 50 см; 3 — мул; 4 — вода

аеробних мікроорганізмів у ґрунті на глибині 50 см знижується порівняно із відповідним показником на глибині 30 см, що, очевидно, зумовлено низькою концентрацією кисню і зниженням температури. У воді виявлено найменшу чисельність бактерій усіх еколого-трофічних груп, що можна пояснити низькою концентрацією поживних речовин.

Аналіз загальної чисельності бактерій Язівського родовища сірки продемонстрував, що в усіх пробах переважають аеробні ацидофільні безбарвні сіркоокиснювальні бактерії (рис. 1-а), які окислюють сполуки сульфору. Їх чисельність у ґрунті і мулі на глибині 30 см є майже однаковою — $(6 \pm 0,3) \cdot 10^{11}$ – $(12,9 \pm 0,3) \cdot 10^{11}$ КУО/г абсолютно сухого ґрунту (АСГ). На глибині 50 см їх чисельність зменшується у 5 разів. У ґрунті біля джерела с. Раковець чисельність цих бактерій значно зменшується до $(1,8 \pm 0,12) \cdot 10^6$ – $(1,12 \pm 0,05) \cdot 10^7$ КУО/г АСГ, як і у воді — до $(3,2 \pm 0,16) \cdot 10^9$ КУО/мл.

Зауважимо, що чисельність аеробних нейтрофільних безбарвних сіркоокиснювальних бактерій є значно нижчою порівняно із кількістю аеробних ацидофільних безбарвних сіркоокиснювальних бактерій, а саме: у ґрунті і мулі — від $(9,6 \pm 0,5) \cdot 10^4$ до $(1,2 \pm 0,01) \cdot 10^5$ КУО/г АСГ, у воді — $(2,7 \pm 0,13) \cdot 10^2$ КУО/мл. У пробах ґрунту біля джерела с. Раковець і мулу кількість бактерій є значно вищою — $(2,8 \pm 0,14) \cdot 10^6$ – $(4,1 \pm 0,2) \cdot 10^6$ КУО/г АСГ, окрім проб води, де бактерій цієї еколого-трофічної групи не виявлено (рис. 1-б).

Трансформація сульфурвмісних сполук, загалом, складається з двох протилежних процесів: окиснення відновних сполук сульфору до сірки та сульфату і відновлення окиснених сполук сульфору до гідроген сульфіді [14]. Чисельність анаеробних сульфат- і сірководновловальних бактерій, що відновлюють оксоаніони сульфору і елементну сірку до гідроген сульфіді, збільшується із глибиною профілю (рис. 2-а). У ґрунті їх загальна чисельність становить $(1,15 \pm 0,2) \cdot 10^4$ – $(8,1 \pm 0,3) \cdot 10^4$ КУО/г АСГ, мулі — $(3,5 \pm 0,22) \cdot 10^3$ КУО/г АСГ, у воді їх — незначна кількість (14 КУО/мл).

Порівняно із пробами ґрунту біля джерела с. Раковець і його мулу чисельність сірко-відновлювальних бактерій є вищою, а саме: у ґрунті — в 4 рази, мулі — у 30 разів, у воді бактерій не виявлено (рис. 2-а). Результати дослідження загальної чисельності сірко-відновлювальних бактерій у пробах ґрунту відвалів шахт ЦЗФ і «Візейська» свідчать, що на відвалі першої на глибині 30 і 50 см сірко-відновлювальних бактерій не виявлено, а на відвалі останньої — їх незначна кількість.

Чисельність сульфатвідновлювальних бактерій у ґрунті і мулі порівняно з сірко-відновлювальними бактеріями є меншою — $(1,9 \pm 0,05) \cdot 10^3$ – $(3,3 \pm 0,2) \cdot 10^3$ КУО/г АСГ, у воді їх не виявлено (рис. 2-а). У пробах ґрунту біля джерела с. Раковець і його мулу чисельність сульфатвідновлювальних бактерій є вищою в 20 разів, що, очевидно, зумовлено високим умістом сульфату.

Мікроорганізми утилізують як органічний, так і неорганічний нітроген, трансформуючи його з однієї форми в іншу [14]. Про активні процеси метаболізму сполук нітрогену свідчить наявність значної чисельності нітрифікувальних бактерій — $(1,1 \pm 0,01) \cdot 10^4$ – $(2 \pm 0,1 \cdot 10^6)$ КУО/г АСГ, які окислюють амоній до нітрату. Порівняно із пробами ґрунту біля джерела с. Раковець, загальна чисельність нітрифікувальних бактерій у ґрунті Язівського родовища сірки є вищою у 1,5–5 разів (рис. 2-б). Нітрифікувальним бактеріям належить провідна роль у біохімічному вивітрюванні гірських порід, оскільки внаслідок окиснення амонію до нітрату руйнується кристалічна ґратка мінералів. За наявності іонів Na^+ і K^+ утворюються натрієва і калійна селітра (NaNO_3 , KNO_3) [14]. Відомо, що нітрати — важливе джерело нітрогену для рослин. Нітрати є значно рухливими, легко вимиваються з ґрунту, можуть відновлюватись внаслідок денітрифікації до молекулярного нітрогену [15].

За дії денітрифікувальних бактерій в анаеробних умовах відбувається протилежний нітрифікації процес — відновлення нітратів і нітритів до окису і закису нітрогену або до молекулярного нітрогену чи

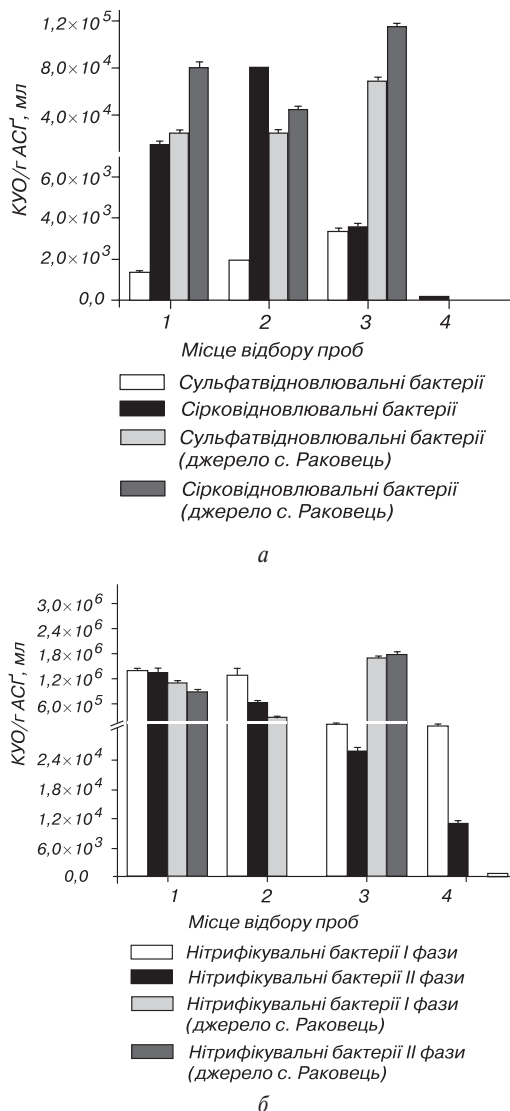


Рис. 2. Загальна кількість сульфат- і сірко-відновлювальних (а) та нітрифікувальних бактерій (б) у водоймі і ґрунтах Язівського родовища сірки та джерела с. Раковець: 1 — ґрунт, відібраний на глибині 30 см; 2 — на глибині 50 см; 3 — мул; 4 — вода

аміаку. Чисельність денітрифікувальних бактерій у воді Язівського родовища сірки виявилась дуже низькою — 25 КУО/мл, у ґрунті — $(1,6 \pm 0,15) \cdot 10^4$ КУО/г АСГ, у мулі — $(2,0 \pm 0,1) \cdot 10^2$ КУО/г АСГ. У ґрунті біля

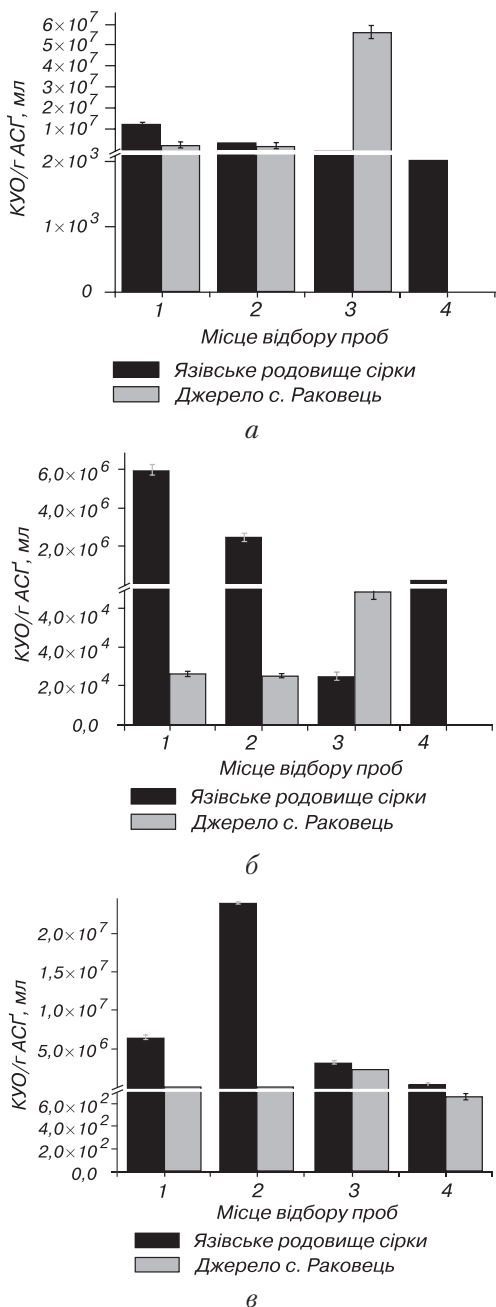


Рис. 3. Загальна чисельність олігонітрофільних мікроорганізмів (а); тих, що використовують мінеральні форми нітрогену (б) і сапрофітних мікроорганізмів (в) у водоймі і ґрунтах Язівського родовища сірки та джерела с. Раковець: 1 — ґрунт, відібраний на глибині 30 см; 2 — на глибині 50 см; 3 — мул; 4 — вода

джерела с. Раковець і його воді денітрифікувальних бактерій майже не виявлено, натомість у мулі зафіксовано $(1,7 \pm 0,1) \cdot 10^2$ КУО/г АСГ. У всіх пробах ґрунту і мулу виявлено значну чисельність олігонітрофільних мікроорганізмів — $(1,9 \pm 0,1) 10^5$ – $(5,6 \pm 0,3) \cdot 10^7$ КУО/г АСГ (рис. 3-а). До олігонітрофільних мікроорганізмів належать мікроорганізми, які завершують мінералізацію органічних речовин і здатні рости тільки за низької концентрації нітрогеновмісних сполук [12].

Дослідження загальної чисельності мікроорганізмів, які використовують мінеральні форми нітрогену, засвідчило, що у пробах ґрунту і води, відібраних на території Язівського родовища сірки, їх більше у 200 разів, ніж у ґрунті біля джерела с. Раковець і його воді (рис. 3-б).

Сапротрофітні мікроорганізми використовують мертві органічні субстрати як джерело живлення. В усіх досліджуваних зразках Язівського родовища сірки чисельність сапрофітних мікроорганізмів була значно вищою за відповідні показники джерела с. Раковець (рис. 3-в).

Чисельність мікроскопічних грибів у ґрунті і мулі Язівського родовища сірки не перевищувала відповідні показники джерела с. Раковець, окрім води (рис. 4-а).

Найпоширенішою природною сполукою, що містить карбон, є целюлоза. Її вміст у сухій масі рослин становить 40–70%. У природних умовах трансформація целюлози відбувається за дії різних мікроорганізмів [16]. Значна роль у цьому процесі належить бактеріям родів *Pseudomonas*, *Cytophaga*, *Sporocytophaga*, *Cellvibrio*, *Cellfalcicula*, *Vibrio*, *Polyangium*, *Sorangium*, актинобактеріям *Actinomyces violaceus*, *A. cellulosa*, *Micromonospora chalcone* тощо, а також грибам [8]. Чисельність целюлозоруйнівних аеробних бактерій у ґрунті, мулі і воді Язівського родовища сірки становить 24–90%. У зразках досліджуваних проб джерела с. Раковець чисельність целюлозоруйнівних аеробних бактерій була втричі нижчою (рис. 4-б).

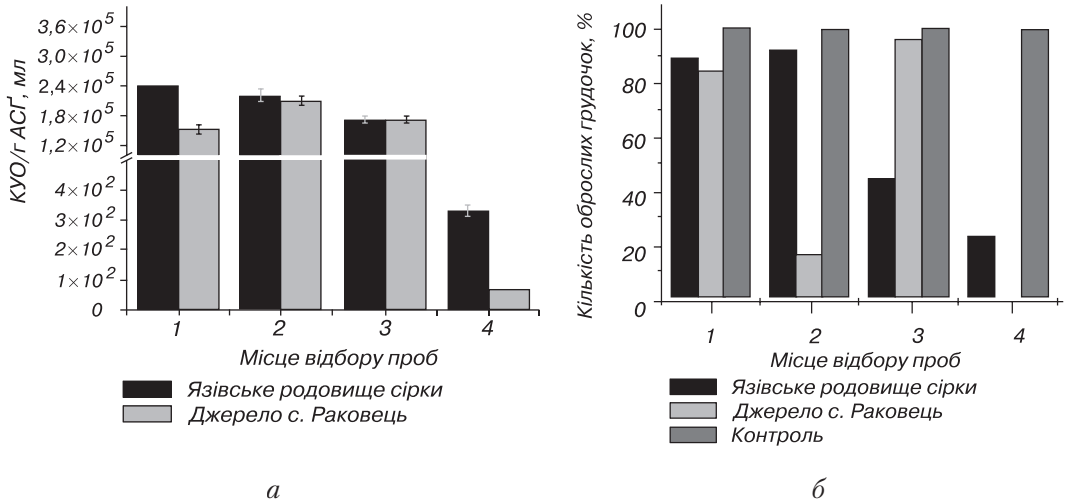


Рис. 4. Загальна чисельність мікроскопічних грибів (а), целюлозоруйнівних аеробних бактерій (б) у водоймі і ґрунтах Язівського родовища сірки та джерела с. Раковець: 1 — ґрунт, відібраний на глибині 30 см; 2 — на глибині 50 см; 3 — мул; 4 — вода

ВИСНОВКИ

Встановлено, що у ґрунті, мулі і воді досліджуваних об'єктів найчисельнішими еколого-трофічними групами були аеробні мікроорганізми, а саме: олігонітрофільні; мікроорганізми, які використовують мінеральні форми нітрогену; нітрифікувальні; безбарвні сіркоокиснювальні; целюлозоруйнівні аеробні бактерії. Значно меншою була частка анаеробних бактерій: сульфат- і сірковідновлювальні, денітрифікувальні бактерії.

Наявність різних еколого-трофічних груп свідчить, що у досліджуваних зразках ґрунту відбуваються активні процеси ґрунтоутворення, а також кругообіг сполук сульфуру, карбону і нітрогену; у новоутворених техногенних ґрунтах розроблених родовищ сірки формуються нові мікробіоценози, в яких виявлено значну кількість сульфурметаболізуючих та сіркоокиснювальних бактерій. Такі ґрунти можуть бути середовищем виділення нових сульфурметаболізуючих бактерій, цінних для біотехнологічних процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гайдін А.М. Нові озера Львівщини / А.М. Гайдін, І.І. Зозуля. — [Вид. 2-ге, перероб. та доп.]. — Львів: Вид-во ТЗОВ «Афіша», 2009. — 103 с.
2. Гайдін А.М. Яворівське озеро / А.М. Гайдін, І.І. Зозуля. — Львів: ВАТ «Інститут гірничо-хімічної промисловості», 2007. — 70 с.
3. Баран І.М. Екологічний моніторинг водойм Яворівського сіркового родовища; мікробіологічний контроль / І.М. Баран, О.І. Подопрігора, Г.В. Грищук // Довкілля та здоров'я. — 2003. — Вип. 27. — № 4. — С. 56–62.
4. Мікробний біом різних ґрунтів й ґрунтово-кліматичних зон Полтавської області / В.П. Патики, С.В. Тараненко, А.О. Тараненко, А.В. Калініченко // Мікробіологічний журнал. — 2014. — Т. 76, № 5. — С. 20–25.
5. Узбек И.Х. Об еколого-биологической оценке эдафотопов техногенных ландшафтов степной зоны Украины / И.Х. Узбек // Вісник аграрної науки. — 2000. — № 6. — С. 55–60.
6. Антипчук А.Ф. Водна мікробіологія: навчальний посібник / А.Ф. Антипчук, І.Ю. Кіреєва. — К.: Кондор, 2005. — 256 с.
7. Гудзь С.П. Практикум з мікробіології: Навчальний посібник / С.П. Гудзь, С.О. Гнатуш, І.С. Білінська. — Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. — Ч. 1. — 80 с.

8. Tenner E.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. — М.: Дрофа, 2004. — 256 с.
9. Postgate J.R. The sulfate-reducing bacteria / J.R. Postgate; 2nd ed. — Cambridge: Cambridge University, 1984. — 199 p.
10. Аринушкіна Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкіна. — [2-е изд.]. — М.: МГУ, 1970. — 488 с.
11. Гусев М.В. Микробиология / М.В. Гусев, Л.А. Минеева. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. — 376 с.
12. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія: Навч. посібник / Г.О. Іутинська. — К.: Арістей, 2006. — 284 с.
13. Фецько З. Техногенно деґастовані території вугле-і нафтовидобувної промисловості та заходи щодо їх фітомеліорації / З. Фецько, О. Терек, В. Баранов // Біологічні Студії. — 2012. — Т. 6, № 3. — С. 235–246.
14. Геохімічна діяльність мікроорганізмів та її прикладні аспекти / І.П. Козлова, О.С. Радченко, Л.Г. Степура та ін. — К.: Наукова думка, 2008. — 528 с.
15. Бойко Н.В. Роль ґрунтової мікрофлори у забезпеченні екологічної стійкості та родючості ґрунтів / Н.В. Бойко // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. — 2009. — Вип. 3. — № 42. — С. 84–89.
16. Курдиш І.К. Роль мікроорганізмів у відтворенні родючості ґрунтів / І.К. Курдиш // Сільськогосподарська мікробіологія. — 2009. — Вип. 9. — С. 7–32.
1. Haidin A. M., Zozulia I.I. (2009). *Novi ozero Lvivshynny* [New lake Lviv]. Lviv: Vyd-vo TzOV Afisha Publ., 103 p. (in Ukrainian).
2. Haidin A. M., Zozulia I.I. (2007). *Yavorivske ozero* [Yavoriv lake]. Lviv: VAT Instytut girnycho-ximichnoyi promyslovosti Publ., 70 p. (in Ukrainian).
3. Baran I.M., Podopryhora O.I., Hryshchuk H.V. (2003). *Ekolohichniy monitorynh vodoim Yavorivskoho sirkovoho rodovyschcha; mikrobiolohichniy kontrol* [Environmental monitoring water Yavoriv sulfur deposit, microbiological control] *Dovkillya ta zdorovya* [Environment & Health]. Iss. 27, No. 4. pp. 56–62 (in Ukrainian).
4. Patyka V.P., Taranenko S.V., Taranenko A.O., Kalinichenko A.V. (2014). *Mikrobnyi biom riznykh gruntiv y gruntovo-klimatychnykh zon Poltavskoi oblasti* [Microbial biome different soils and soil-climatic zones of Poltava region]. *Mikrobiolohichniy zhurnal* [Microbiological journal]. Vol. 76, No. 5, pp. 20–25 (in Ukrainian).
5. Uzbek Y.X. (2000). *Ob ekologo-biologicheskoy otsenke edafotopov tekhnogennykh landshaftov stepnoy zony Ukrainy* [On the ecological and biological evaluation edafotop man-made landscapes of the steppe zone of Ukraine]. *Visnyk agrarnoyi nauky* [Journal of Agricultural Science]. No 6, pp. 55–60 (in Russian).
6. Antypchuk A.F., Kirieieva I.Yu.. (2005). *Vodna mikrobiolohiia: navchalnyi posibnyk* [Water Microbiology: Handbook]. Kyiv: Kondor Publ., 256 p. (in Ukrainian).
7. Hudz S.P., Hnatush O.S., Bilinska I. S. (2003). *Praktykum z mikrobiolohii. Ch. 1. Navchalnyi posibnyk* [Workshop on microbiology. Part 1. Handbook]. Lviv: Vydavnychyj centr LNU imeni Ivana Franka Publ., 80 p. (in Ukrainian).
8. Tepper Ye.З., Shilnikova V.K., Pereverzeva G.I. (2004). *Praktykum po mykrobiologii* [Practice for Microbiology] Moskva: Drofa Publ., 256 p. (in Russian).
9. Postgate J.R. (1984). The sulfate-reducing bacteria. 2nd ed. Cambridge Cambridge: University, 199 p. (in English).
10. Arinushkina Ye.V. (1970). *Rukovodstvo po khymicheskomu analyzu pochv. 2-e izd* [Manual on chemical analysis of soil. 2nd ed.]. Moskva: MGU Publ., 488 p. (in Russian).
11. Gusev M.V., Myneeva L.A. (1985). *Mykrobiologyya* [Microbiology]. Moskva. Yzd-vo Mosk. un-ta. Publ., 376 p. (in Russian).
12. Iutynska H.O. (2006). *Gruntova mikrobiolohiia: Navch. posibnyk* [Soil Microbiology: Handbook]. Kyiv: Aristey Publ., 284 p. (in Ukrainian).
13. Feczko Z, Terek O., Baranov V. (2012). *Tekhnohennno devastovani terytorii vuhle- i naftovydobuvnoi promyslovosti ta zakhody shchodo yikh fitomeliorsii* [Technogenic devastovani territory of coal and oil mining industry and measures to phytomelioration]. *Biolohichni Studii* [Studia Biologica]. Vol. 6, No. 3, pp. 235–246 (in Ukrainian).
14. Kozlova I.P., Radchenko O.S., Stepura L.H., Kondratiuk T.O., Piliashenko A.I. (2008). *Heokhimichna diialnist mikroorhanizmv ta yii prykladni aspekty* [The geochemical activity of microorganisms and its practical aspects]. Kyiv: Naukova Dumka Publ., 526 p. (in Ukrainian).
15. Boiko N.V. (2009). *Rol gruntovoi mikroflory u zabezpechenni ekolohichnoi stikosti ta rodiuchosti gruntiv* [Soil microflora role in ensuring environmental sustainability and soil fertility]. *Visnyk Natsionalnogo universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia* [Visnyk National University of Water and Environmental Engineering]. Iss. 3, No. 42, pp. 84–89 (in Ukrainian).
16. Kurdysh I. K. (2009). *Rol mikroorhanizmv u vidtvo-renni rodiuchosti gruntiv* [The role of microorganisms in soil fertility reproduction]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia: Mizhvid. temat. nauk. zb.* [Agriculture microbiology interdepartmental thematic scientific collection]. Chernigiv. Iss. 9, pp. 7–32 (in Ukrainian).

REFERENCES

СТІЙКІСТЬ ТА ДЕСТРУКТИВНА АКТИВНІСТЬ МІКРОБІОТИ ПЛОДОВОГО САДУ ДО СУЧАСНИХ ПЕСТИЦИДІВ

Н.М. Копча

Інститут захисту рослин НААН

Встановлено рівень стійкості та деструктивної активності епіфітної, ризосферної та ґрунтової мікробіоти плодового саду щодо ципродинілу, лямбда-цигалотрину, дифеноконазолу, ізопропіламіної солі гліфосату. В умовах виробничого пестицидного навантаження частка бактерій, стійких до дії вказаних сполук, становить 48,4–90,5%; частка бактерій, здатних розкладати діючі речовини пестицидів і використовувати їх як джерело біогенних елементів, варіює у межах 12,5–54,0%. Доведено перспективність пошуку біодеструкторів пестицидів серед асоціатів бактерій рослин.

Ключові слова: *стійкість, бактерії, біодеструкція пестицидів, ципродиніл, лямбда-цигалотрин, дифеноконазол, ізопропіламінна сіль гліфосату.*

Щорічно у світі використовується понад 3 млн т пестицидів, зокрема в Україні — 24 тис. т, що забезпечує хімічну обробку на площі 27,5 млн га [1]. Відомо, що цільових об'єктів, які повинні бути знищені за допомогою пестицидів, досягає лише 1–3% фунгіцидів та інсектицидів і 5–40% гербіцидів, а решта потрапляє у агроєкосистеми вже як антропогенний забруднювач, порушуючи природний кругообіг речовин [2–4].

Систематичне використання пестицидів спричиняє низку негативних наслідків: порушення існуючої рівноваги в екосистемах, накопичення залишків та міграцію стійких пестицидів, токсичність для біоти, створення потенційної загрози здоров'ю людини [3–5]. Тому очищення довкілля від залишкових кількостей пестицидів є однією із злободенних проблем сучасності [5–7].

Основним чинником знешкодження пестицидів, що потрапили у довкілля є їх мікробіологічна деструкція. Розклад пестицидів відбувається за дії мікроорганізмів, які мають пластичний ферментативний апарат та мінералізують складові пестицидів, не завдаючи негативного впливу екосистемам [7, 8], чим забезпечують кругообіг елементів і утримують рівновагу в планетарній екосистемі. З огляду на це, проводиться пошук активних мікроорга-

нізмів-деструкторів пестицидів, розробка методів їх інтродукції на забруднені території як біологічного чинника детоксикації залишків пестицидів [7, 8].

У цьому аспекті наукові дослідження у світі та Україні зокрема, головним чином, були присвячені взаємодії пестицидів із мікроорганізмами ґрунту [4–9]. Проте вплив пестицидів на бактерії філоплани, що перебувають у тіснішій взаємодії як компоненти мікробіоти рослин, оптимізують умови вегетації рослин, постачають їм доступні хімічні елементи, біологічно-активні речовини, слугують первинним бар'єром для захисту рослин від патогенних організмів [10, 11] і, насамперед, піддаються пестицидному навантаженню в нинішній системі захисту рослин, у науковій літературі висвітлено лише частково.

Все це свідчить про актуальність досліджень впливу пестицидів на асоційовані з рослинами бактерії, встановлення їх участі у процесах трансформації пестицидів та їх деструктивного потенціалу.

Мета досліджень — оцінити рівень стійкості та деструктивної активності епіфітної, ризосферної та ґрунтової мікробіоти плодового саду щодо нових пестицидів різного призначення.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Модельними зразками для дослідження процесів взаємодії мікроорганізмів із

пестицидами слугували природні асоціації мікробіоти плодового саду та мікроорганізми, ізольовані з наземних органів рослин (бруньок, квітів, листків) яблуні (сорт Білий налив, Голден Делішес), груші (сорт Лісова красуня, Парижанка) — всього 178 штамів, з ризосфери рослин — 64 та з педосфери — 64 штами. Ґрунт плодового саду, що зростає у низинній агрокліматичній зоні (Ужгородський р-н, Закарпатська обл.), — буроземно-підзолистий, поверхнево глейовий.

Були використані пестициди, зареєстровані і внесені до Переліку дозволених для використання в Україні: фунгіциди — Хорус 75WG, в.г. (ципродиніл, 750 г/кг; норма витрат (н.в.) 0,2–0,3 кг, л/га), Скор, 250 ЕС к.е. (дифеноконазол 250 г/л; н.в. 0,2 кг, л/га), інсектицид, акарицид — Карате Зеон, 050 CS мк.с. (лямбда-цигалотрин 50 г/л; н.в. 0,15–0,4 кг, л/га); гербіцид — Раундап, к.е. (ізопропіламінна сіль гліфосату 482 г/л, н.в. 2,0–8,0 кг, л/га) [12].

Відбір зразків органів рослин здійснювали у різні фенологічні періоди загальноприйнятими методами [13]. Для виділення епіфітних мікроорганізмів використовували метод посіву з послідовних розведень водних змивів із поверхні 1 г зразків рослин на живильне середовище (поживний агар) [13], для виділення мікробіоти ризосфери рослин та ґрунту — метод послідовних розведень 1 г ґрунтових суспензій у стерильній водопровідній воді з подальшим висівом на поживний агар [14]. Інкубували дві доби при температурі $26 \pm 2^\circ\text{C}$.

Для оцінки стійкості рослин до дії пестицидів ізоляти висівали на агаризоване мінеральне середовище (МС, складом: $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ — 2,0, K_2HPO_4 — 2,0, MgSO_4 — 0,5, NaCl — 5,0 г, глюкоза — 5 г, вода водопровідна — 1000 мл) з додаванням пестицидів відповідно до рекомендованої в Україні норми використання — 1,0 н.в. [12]. Контролем слугував посів бактерій на МС без додавання пестицидів. Стійкість бактерій визначали за ростом колоній після двох діб їх культивування на живильних середовищах.

Для встановлення деструктивної активності бактерій щодо кожного досліджуваного пестициду використовували модифіковані МС: МС-Г, з якого вилучено джерело вуглецю та додано пестицид у кількості 1,0 н.в., та МС-N, з якого вилучено сполуку азоту та додано пестицид у кількості 1,0 н.в. Контролем слугував посів бактерій на МС без додавання пестицидів. Ріст бактерій на поверхні МС, в якому джерело вуглецю або азоту замінено пестицидом, свідчить, що бактерії можуть засвоювати необхідний біогенний елемент з пестициду як джерело живлення. Визначали частку бактерій, стійких та деструктивно-активних щодо пестицидів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження були спрямовані на розкриття екологічної взаємодії мікроорганізмів та пестицидів і проводились у таких двох основних напрямках: 1) оцінка впливу пестицидів на життєдіяльність мікроорганізмів; 2) розкриття здатності бактерій до деструкції пестицидів.

Пошук стійких до дії пестицидів мікроорганізмів є важливим етапом для вивчення можливостей мікробного розпаду пестицидів і передумовою для відбору мікроорганізмів, здатних до біодеградації токсикантів.

Аналіз результатів проведених досліджень з визначення рівня стійкості мікробіоти плодового саду щодо виробничих концентрацій пестицидів засвідчив, що епіфітні бактерії були найстійкішими до дії ципродинілу (фунгіцид Хорус) та лямбда-цигалотрину (інсектицид Карате) — частка стійких ізолятів становила 90,5 та 88,7% відповідно; стійкими до дифеноконазолу (фунгіцид Скор) — 58,4, до ізопропіламінної солі гліфосату (гербіцид Раундап) — 55,6% ізолятів (рис. 1).

Ризосферні та ґрунтові бактерії теж були найстійкішими до дії ципродинілу (84,3 і 75,0% відповідно) та лямбда-цигалотрину (87,5 і 73,4% відповідно). Натомість, вказані бактерії були чутливішими до дії дифеноконазолу (50,0 і 48,4% відповідно)

та ізопропіламіної солі гліфосату (64,1 і 59,4% відповідно).

Тобто епіфітна мікробіота рослин характеризується найвищою стійкістю до досліджуваних пестицидів. Разом з тим епіфітні бактерії були найстійкішими до дії ципродинілу та лямбда-цигалотрину, як і ризосферні та ґрунтові; а найчутливішими — до дії ізопропіламіної солі гліфосату, тоді як ризосферні і ґрунтові ізоляти були найчутливішими до дифеноконазолу.

Відомо, що одним із шляхів руйнування пестицидів та зменшення їх негативного впливу на довкілля є здатність мікроорганізмів у процесі деградації використовувати складові пестицидів як джерела живлення для свого росту і розвитку [7, 8]. У наших дослідженнях ізоляти-бактерії виявили здатність використовувати пестициди як джерело основних біогенних елементів — вуглецю та азоту (рис. 2). Так, серед епіфітних штамів частка бактерій, що використовували дифеноконазол (фунгіцид Скор) як джерело вуглецю та азоту, становила 16,9 та 34,0%; серед ризосферних — 15,6 та 14,2; ґрунтових — 12,5 та 12,5% відповідно.

Частка мікроорганізмів, здатних використовувати лямбда-цигалотрин (інсектицид Карате) як джерело вуглецю та азоту, також була найвищою серед епіфітних бактерій — 42,7 та 54,0%; серед ризосферних — 31,0 та 20,5; ґрунтових — 20,0 та 17,0% відповідно.

Частка ізолятів, здатних використовувати ізопропіламіну сіль гліфосату (гербіцид Раундап) як джерело вуглецю та азоту, серед епіфітних бактерій становить 23,6 та 25,0%; серед ризосферних — 31,3 та 20,3; ґрунтових — 20,3 та 17,2% відповідно. Тобто частка бактерій, здатних використовувати ізопропіламіну сіль гліфосату як джерело живлення, була дещо вищою серед ризосферних штамів (рис. 2).

Отже, серед епіфітної мікробіоти налічувалася найбільша частка бактерій, здатних використовувати дифеноконазол

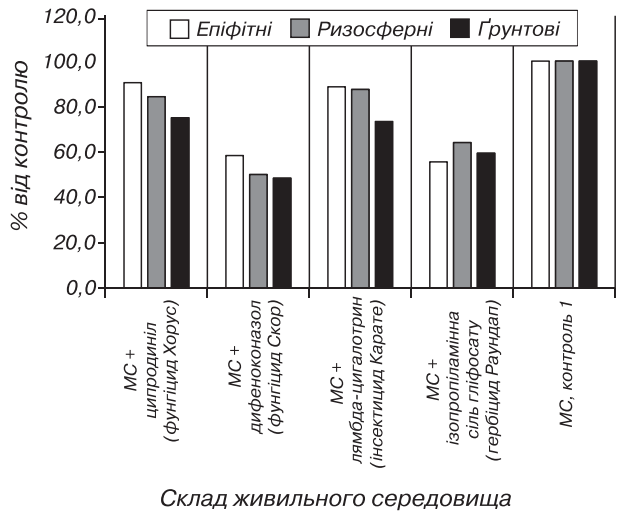
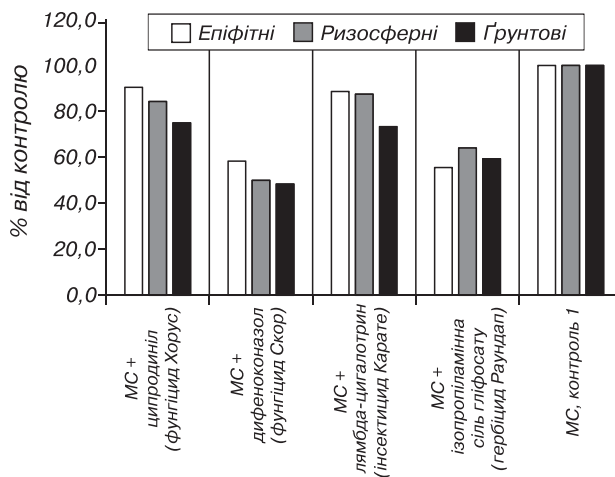


Рис. 1. Частка ізолятів-бактерій, стійких до дії пестицидів

і лямбда-цигалотрин як джерело живлення, натомість за здатністю використовувати ізопропіламіну сіль гліфосату штами різних угруповань відрізнялись меншою мірою. Серед епіфітів частка бактерій, здатних розкласти пестициди і використовувати як джерело вуглець, була меншою (16,9–42,7%), ніж частка бактерій, здатних використовувати досліджувані пестициди як джерело азоту (25–54), тоді як серед ризосферної і ґрунтової мікробіоти більшою була частка бактерій, здатних використовувати пестициди як джерело вуглецю (12,5–20,3), і меншою — як джерело азоту (12,5–17,2%).

Слід зауважити, що найдоступнішим як джерело живлення для мікробіоти плодового саду є лямбда-цигалотрин (для 17,0–54,0% бактерій); найменш доступним для епіфітів є ізопропіламіна сіль гліфосату (деструкторами були 23,6–25,0% бактерій); а для ризосферних та ґрунтових бактерій — дифеноконазол (лише 12,5–15,6% ізолятів).

Узагальнення результатів проведених досліджень дало змогу встановити розповсюдженість у довкіллі бактерій-деструкторів діючих речовин новітніх пестицидів, які широко використовуються у сільськогосподарській практиці. Так, серед



Склад живильного середовища

Рис. 2. Частка епіфітних, ризосферних та ґрунтових бактерій плодового саду, здатних засвоювати азот та вуглець пестицидів

мікробіоти плодового саду частка бактерій, здатних розкласти такі токсичні сполуки, як лямбда-цигалотрин, дифеноконазол, ізопропіламінна сіль гліфосату, становить 12,5–54,0%.

Згідно з даними наукової літератури, існують значні розбіжності у визначенні загальної чисельності мікроорганізмів, здатних розкласти пестициди. За одними даними їх чисельність становить 1–245 клітин/1 г, за іншими — близько 10^3 клітин на 1 г ґрунту, або 1% від загальної кількості бактерій [2, 4, 7–9]. Також зафіксовано результати досліджень [4] з їх відносною часткою в 5%, а в процесі інкубації ґрунту з додаванням глюкози цей показник зростає до 55%. У науковій літературі відзначено подібність результатів модельних лабораторних досліджень щодо впливу пестицидів на мікроорганізми із даними, отриманими в польових умовах [2, 4].

Як відомо, умови у філосфері характеризуються своєю динамічністю, впродовж доби часто змінюється рівень температури, відносної вологості, ультрафіолетового та видимого спектра сонячного світла. Задовольнятися значно обмеженими запасами поживних речовин з поверхні рослин мо-

жуть далеко не всі мікроорганізми, тому склад епіфітної мікробіоти є доволі специфічним [10, 11, 15].

Результати досліджень свідчать, що існування епіфітних бактерій у малосприятливих умовах, вірогідно, і є вирішальним чинником для формування їх стійкості та деструктивної активності щодо токсичних сполук. Це питання є надзвичайно актуальним в контексті пестицидного навантаження як одного з визначальних екологічних чинників. Своєю чергою, висока деструктивна активність дає змогу припустити важливу роль епіфітних бактерій в очищенні довкілля від залишків пестицидів та розглядати її як перспективне джерело для пошуку мікроорганізмів-деструкторів.

ВИСНОВКИ

Встановлено рівень стійкості та деструктивної активності мікробіоти плодового саду щодо ципродинілу, лямбда-цигалотрину, дифеноконазолу, ізопропіламіної солі гліфосату. Виявлено, що в умовах виробничого пестицидного навантаження частка бактерій, стійких до дії пестицидів, становить 48,4–90,5%; зокрема, найвищою стійкістю характеризувалась епіфітна мікробіота плодів (55,6–90,5%); серед-

ньою — ризосферна (50,0–87,5), найменш стійкими до дії пестицидів — ґрунтові мікроорганізми (48,4–75,0%).

Серед мікробіоти плодового саду частка бактерій, здатних розкласти лямбда-цигалотрин, дифеноконазол, ізопропіламінну сіль гліфосату, становить 12,5–54,0%, тобто є високою, зокрема: деструкторами пе-

стицидів є 16,9–54,0% епіфітних бактерій, 14,1–31,3 — ризосферних та 12,5–20,3% ґрунтових бактерій.

За результатами теоретичних узагальнень і експериментальних досліджень доведено перспективність пошуку біодеструкторів пестицидів серед асоційованих з рослинами епіфітних бактерій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ящук В.У. Державні випробування та реєстрація пестицидів та агрохімікатів / В.У. Ящук // Фітосанітарна безпека та біоекологія застосування пестицидів: матеріали Всеукраїнської конференції (Чернівці — Бояни, 14–17 вересня 2010 р.) / під ред. Р.О. Кордулян. — Чернівці: ПП Глібка ОО, 2010. — С. 13–18.
2. Круглов Ю.В. Микрофлора почвы и пестициды / Ю.В. Круглов. — М.: Агропромиздат, 1991. — 128 с.
3. Wodageneh A. Obsolete pesticides: problems / A. Wodageneh // Prevention and disposal: 5th International HCH and pesticides forum (Basque country, 25–27 June 1998). — Bilbao, Spain, 1998. — P. 21–27.
4. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / К.І. Андрієнко, Г.О. Іутинська, А.Ф. Антипчук та ін. — К.: Обереги, 2001. — 240 с.
5. Оценка экологической опасности пестицидов для агробиоценозов / К.Е. Новожилов, Г.И. Сухорученко, Н.Н. Семенова и др. // Региональная экология. — 2010. — № 1–2 (28). — С. 73–79.
6. Биосенсорные свойства почвенной микробиоты при воздействии пестицидов / И.С. Бровко, Я.В. Чабанюк, С.В. Мазур, В.У. Ящук // Агроэкологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 111–116.
7. Пошук шляхів біоремедіації ґрунтів за допомогою мікроорганізмів / О.В. Тертична, Г.Г. Андрієнко, Л.І. Моклячук та ін. // Екологія: проблеми адаптивно-ландшафтного землеробства: матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф. (Івано-Франківськ, 20–21 червня 2006 р.). — Івано-Франківськ, 2006. — С. 192–193.
8. Использование микроорганизмов-деструкторов для биоремедиации почв, загрязненных токсичными химическими веществами / Г.А. Жариков, В.В. Капранов, Н.И. Киселева и др. // Вермикомпостирование и вермиккультура как основа экологического земледелия в XXI веке: Сб. научно-практ. конф. / Ин-т зоологии НАН Беларуси. — Минск, 2007. — С. 98–100.
9. Occurrence, Degradation and Fate of Pesticides during composting / R. Rynk et al. // Compost science and utilization. — 2000. — Vol. 1. — No. 4. — P. 125–135.
10. Microbial phyllosphere populations are more complex than previously realized / C.H. Yang, D.E. Crowley, J. Borneman, N.T. Keen // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. — 2001. — Vol. 98. — P. 3889–3894.
11. Мошинець О.В. Екологія фітосфери: Рослинно-мікробні взаємовідносини. Структурно-функціональна характеристика ризо-, ендо- та фітосфери / О.В. Мошинець, І.В. Косаківська // Вісник Харківського національного аграрного університету. — 2010. — Вип. 2. — С. 19–35.
12. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні // Пропозиція. — 2016. — 832 с. — (Спецвипуск).
13. Методи фітопатології / З. Кирай, З. Клемент, Ф. Шоймоши, Й. Вереш; [пер. с англ. С.В. Васильевой]. — М.: Колос, 1974. — 344 с.
14. Tenner E.Z. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. — М.: Дрофа. — 2004. — 256 с.
15. Van Elsas J.D. Horizontal gene transfer in the phytosphere / J.D. Van Elsas, S. Tumer, M.J. Bailey // New Phytologist. — 2003. — Vol. 157. — P. 525–537.
1. Kordulian R.O., Yashchuk V.U. (2010). *Derzhavni vyprobuvannia ta reiestratsiia pestytsydiv ta ahrokhimikativ* [The state testing and registration of pesticides and agrochemicals]. *Fitosanitarna bezpeka ta bioekolohiia zastosuvannia pestytsydiv: materialy vseukrainskoi konferentsii* [Proceeding of Ukrainian Conference: Phytosanitary biocology safety and pesticide application]. Chernivtsi: PP Hlibka O.O. Publ., pp. 13–18 (in Ukrainian).
2. Kruglov Yu.V. (1991). *Mikroflora pochvy i pestitsidy* [The microflora of the soil and pesticides]. Moskva: Agropromizdat Publ., 128 p. (in Russian).
3. Wodageneh A. (1998). Obsolete pesticides: problems, Prevention and disposal: 5th International HCH and pesticides forum. (Basque country, 25–27 June 1998), Bilbao, Spain, pp. 21–27 (in English).
4. Andreiuk K.I., Iutynska H.O., Antypchuk A.F., Valahurova O.V., Kozhyrystska V.E., Ponomarenko S.P. (2001). *Funktsionuvannia mikrobnykh tsenoziv gruntu v umovakh antropo-hennoho navantazhennia* [Functioning of microbial communities in soil conditions anthropo-genetic load]. Kyiv: Oberehy Publ., 240 p. (in Ukrainian).

5. Novozhilov K.Ye., Sukhoruchenko G.I., Semenova N.N., Volgarev S.A., Pritulko V.M. (2010). *Otsenka ekologicheskoy opasnosti pestitsidov dlya agrobiotsenozov* [Assessment of the environmental risks of pesticides agrobiocenoses]. *Regionalnaya ekologiya* [Regional ecology]. No. 1–2 (28), pp. 73–79 (in Russian).
6. Brovko I.S., Chabanyuk Ya.V., Mazur S.V., Yashchuk V.U. (2016). *Biosensornyye svoystva pochvennoy mikrobioty pri vozdeystvii pestitsidov* [Biosensor properties when exposed to soil microbiota pesticides]. *Agroekologichnyy zhurnal* [Agroecological journal]. No. 3, pp. 112 (in Russian).
7. Tertychna O.V., Andriienko G.G., Mokliachuk L.I., Nedashkivska O.Yu., Andriienko V.O. (2006). *Poshuk shliakhiv bioremediatsii gruntiv za dopomogoiu mikroorganizmiv* [Finding ways of bioremediation of soil doomoo scrooges]. *Ekologiia: problemy adaptivno-landshaftnogo zemlerobstva: Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferencii* [Proceeding of International scientific-practical conference: Ecology: problems of adaptive-landshaftnogo agriculture]. Ivano-Frankivsk, pp. 192–193 (in Ukrainian).
8. Zharikov G.A., Kapranov V.V., Kiseleva N.I. (2007). *Ispolzovanie mikroorganizmov-destruktorov dlya bioremediatsii pochv, zagryaznennykh toksichnymi khimicheskimi veshchestvami* [The use of microorganisms-destructors for the bioremediation of soils contaminated with toxic chemicals] *Vermikompostirovanie i vermikultura kak osnova ekologicheskogo zemledeliya v XXI veke Sbornyk nauchno-praktichnoy konferencii* [Collection of scientific-practical conference: Vermicomposting and vermiculture as the basis of organic agriculture in the twenty-first century.], Minsk, pp. 98–100 (in Russian).
9. Rynk R. (2000). Occurrence, Degradation and Fate of Pesticides during composting, *Compost science and utilization*, Vol 1, No. 4, pp. 125–135 (in English).
10. Yang C.H., Crowley D.E., Borneman J., Keen N.T. (2001). Microbial phyllosphere populations are more complex than previously realized, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol. 98, pp. 3889–3894 (in English).
11. Moshynets O.V., Kosakivska I.V. (2010). *Ekologiya fitosfery: Roslynno-mikrobni vzaiemovidnosyny. Strukturno-funktsionalna kharakterystyka ryzo-, endo- ta filofsfery* [Ecology fitosfery: plant-microbe relationships. Structural and functional characteristics ryzo-, endo- and filofsfery]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu* [Bulletin of Kharkiv National Agricultural University]. Iss. 2, pp. 19–35 (in Ukrainian).
12. *Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini* [The list of pesticides and agrochemicals permitted for use in Ukraine]. *Spetsvypusk zhurnalu Propozytsiia* [Special issue of the journal: Offer]. Kyiv: Yunivest Media Publ, 2016, 832 p. (in Ukrainian).
13. Vasileva S.V., Kiray Z., Klement Z., Shoymoshi F., Veresh Y. (1974) *Metody fitopatologii* [Methods of Phytopathology]. Moskva: Kolos Publ., 344 p. (in Russian).
14. Tepper Ye.Z., Shilnikova V.K., Pereverzeva G.I. (2004). *Praktikum po mikrobiologii* [Workshop on microbiology]. Moskva: Drofa Publ., 256 p. (in Russian).
15. Van Elsas J.D., Tumer S., Bailey M.J. (2003). Horizontal gene transfer in the phytosphere, *New Phytologist*, Vol. 157, pp. 525–537 (in English).

ВПЛИВ ДІОКСИДУ КАРБОНАТУ І ТЕМПЕРАТУРИ НА РІСТ *AMBROSIA ARTEMISIFOLIA* L.

О.Я. Буждиган, О.В. Баглей, С.С. Костишин, Н.М. Марків

*Інститут біології, хімії та біоресурсів Чернівецького національного університету
ім. Ю. Федьковича*

*Проведено експериментальні дослідження у мікрокосмах щодо оцінки впливу градієнта концентрацій CO₂ та підвищеної температури на ріст та розвиток інвазійного виду *Ambrosia artemisifolia* L. Доведено, що посилення впливу чинників глобального потепління (CO₂ та температура) сприяє росту та розвитку рослин *A. artemisifolia*. Зростання концентрації CO₂ у експериментальних мікрокосмах стимулює приріст стебла амброзії, а комбінований ефект впливу CO₂ та підвищення температурного режиму — приріст бічних пагонів *A. artemisifolia*.*

Ключові слова: *Ambrosia artemisifolia* L., моделювання, чинники глобального потепління, CO₂, мікрокосми.

Низка досліджень були зосереджені на встановленні впливу підвищеної концентрації CO₂ в атмосфері на природні та аграрні фітоценози [1–5]. За прогнозами вчених збільшення концентрації CO₂ стимулює у рослин інтенсивність фотосинтезу [6], збільшення ефективності водокористування [7], зменшення втрати вуглецю на темнове дихання і зміни фенотипу [8]. Наслідком таких змін науковці називають здатність рослини рости швидше і мати більший приріст фітомаси в умовах збагачення атмосферного повітря CO₂. Порівняно із середовищем природних екосистем, середовище міста прямо залежить від підвищення температури і концентрації CO₂ у повітрі [9–11]. Фізіологічні реакції рослин на існуючий рівень урбанізації мають різні екологічні наслідки, зокрема активний розвиток бур'янів, які швидко розповсюджуються на антропогенно порушених територіях. Серед карантинних видів рослин в Україні амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisifolia* L.) набула найбільшого поширення [12–17], що визначило вид як небезпечний карантинний бур'ян-алерген, який за 75 років пройшов усі етапи експансії: первинне проникнення, розселення та наступну натуралізацію. Численними до-

слідженнями [14, 17–19] доказано, що чинників такої швидкої експансії карантинних організмів є багато, серед них не останню роль у цьому процесі відіграють глобальні зміни клімату — збільшення вмісту CO₂ у повітрі та підвищення температурного режиму. Сучасні дослідження свідчать [20–22], що урбанізація екосистем повністю змінила періоди продукування пилку амброзії. Для амброзії полинолистий, як і для інших рослин з C₃-типом фотосинтезу, вуглець у повітрі є обмежувальним (лімітуючим) чинником. На основі даних, які були одержані в ході дворічних польових досліджень, визначено [21], що рівень урбанізації прямо корелює зі зміною погодно-кліматичних умов, а саме: зі зростанням вмісту CO₂ і температури повітря, які, своєю чергою, впливають на фенотип, продукування пилку, алергенність, а в подальшому й на концентрацію пилку амброзії в атмосфері. Надземна біомаса, у т.ч. і біомаса суцвіть, також збільшується за підвищення рівня урбанізації територій [23].

Очевидно, інвазійні види мають ширші діапазони стосовно адаптації до змін температури повітря порівняно з аборигенними видами рослин. Важливими пристосувальними властивостями інвазійних видів є їх здатність швидко змінювати діапазони толерантності, а також незалежність від інших організмів щодо запилення і роз-

повсюдження насіння. Інвазійні види, як правило, мають всі ці переваги.

Метою роботи було проведення модельних досліджень у мікрокосмах щодо оцінки впливу деяких чинників глобального потепління на ріст та розвиток інвазійного виду *A. artemisifolia*.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для досягнення поставленої мети рослини *A. artemisifolia* (у генеративному віковому стані g_1) відбирали із природних умов та переносили у мікрокосми. Для дослідів було висаджено 24 рослини в 12 мікрокосмів, тобто по дві рослини у один мікрокосм. Дослідні рослини адаптовували до нових умов упродовж шести днів. Моделювання погодно-кліматичних змін проводили шляхом закачування CO_2 у мікрокосми у різних концентраціях (1 та 2 л CO_2) за допомогою апарата Кіппа при підвищеній температурі повітря. Тривалість дослідів — 17 днів. Оцінювали приріст пагонів *A. artemisifolia* за дії відповідних чинників (контроль — полив дистильованою водою; дослід 1 — збагачення мікрокосмів 1 л CO_2 ; дослід 2 — 2 л CO_2 ; дослід 3 — збагачення мікрокосмів 2 л CO_2 та нагрівання у термостаті до $32^\circ C$. У процесі дослідження оцінювали показники приросту стебла рослин у висоту за різного рівня навантаження на них. Ре-

зультати опрацьовували методом ANOVA для перевірки статистично достовірної різниці між дослідями (програма Stat Soft STATISTICA).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Приріст стебла за відсутності впливу досліджуваних чинників варіював у межах 0,49–2,07%, тоді як збільшення навантаження на дослідні мікрокосми свідчить про підвищення рівнів амплітуди значень, а саме: 0,67–4,57%; 0,81–5,33 та 2,81–18,4% за збагачення повітря 1 л CO_2 ; 2 л CO_2 та 2 л CO_2 при нагріванні мікрокосму до $+32^\circ C$ відповідно (табл. 1).

Крім того, результати дослідження продемонстрували збільшення варіації частки приросту стебла у висоту за підвищення навантаження з боку чинників температури та CO_2 , а саме: коефіцієнт варіації $CV = 0,5\%$ за відсутності впливу (контроль); $CV = 3,1$ — за додавання 1 л CO_2 ; $CV = 4,4$ — за додавання 2 л CO_2 ; та $CV = 43,9\%$ — за додавання 2 л CO_2 та нагрівання до $+32^\circ C$. Наші результати узгоджуються з попередніми дослідженнями [4, 6–7] про те, що деякі рослини мають значні адаптаційні властивості до підвищених температур та концентрацій CO_2 . Тому вказані умови мають позитивний вплив на процеси росту та розвитку рослин, процеси дозрівання

Таблиця 1

Показники приросту *Ambrosia artemisifolia* L. за умов різного впливу CO_2 та підвищеної температури

Варіанти дослідів	Середнє значення приросту стебла, %	Стандартне відхилення (+/–)	Коефіцієнт варіації CV, %	Амплітуда значень, %	
				Min	Max
Полів дистильованою водою (контроль)	1,18	0,71	0,5	0,49	2,07
Збагачення повітря 1 л CO_2 — № 1	2,35	1,75	3,1	0,67	4,57
Збагачення повітря 2 л CO_2 — № 2	2,52	2,09	4,4	0,81	5,33
Збагачення повітря 2 л CO_2 та нагрівання до $32^\circ C$ — № 3	7,93	6,63	43,9	2,81	18,14

та врожайність [11]. Зокрема, у деяких роботах йдеться [7], що такий ефект можна пояснити впливом чинників глобального потепління на водний режим рослин, а це, своєю чергою, сприяє стимуляції енергетичного обміну та процесів росту виду.

У середньому, приріст стебла досліджуваного карантинного виду у висоту збільшувався за підвищення рівнів CO_2 у повітрі та температури. За відсутності впливу на досліджувані мікрокосми цих чинників приріст стебла становив 1,18%. У мікрокосмах досліду 1 (збагачення повітря 1 л CO_2) приріст стебла рослин у висоту становив 2,35%, тоді як в умовах досліду 2 (2 л CO_2) спостерігалось збільшення приросту стебла на 2,52%. За найбільшого ступеня навантаження на мікрокосми (2 л CO_2 + нагрівання до $+32^\circ\text{C}$) середній приріст рослин у висоту становив 7,93%.

Статистичний метод Фішера ANOVA засвідчив, що різниця у варіації даних за різного навантаження є статистично до-

стовірною ($F = 4,2$, $p = 0,02$). Також статистична достовірність у варіації даних за різного впливу на дослідні зразки демонструє існування ефекту, спричиненого цим впливом, та достовірність значень показників дослідних рослин на цей вплив. Отже, статистичний аналіз наших даних за ANOVA підтверджує, що підвищення CO_2 в атмосферному повітрі, а також нагрівання повітря зумовлює підвищення приросту висоти стебла карантинного виду *A. artemisifolia* (рис. 1).

Крім того, нами використано кореляційний аналіз Пірсона для з'ясування сили залежності між приростом висоти досліджуваних рослин та впливом на них чинників CO_2 і температури. Кореляційний аналіз також підтвердив існування статистично достовірної (при $p < 0,05$) позитивної залежності ($r = 0,54$, $p = 0,006$) між приростом стебла 24-х досліджуваних рослин і підвищенням CO_2 та температури повітря (рис. 2).

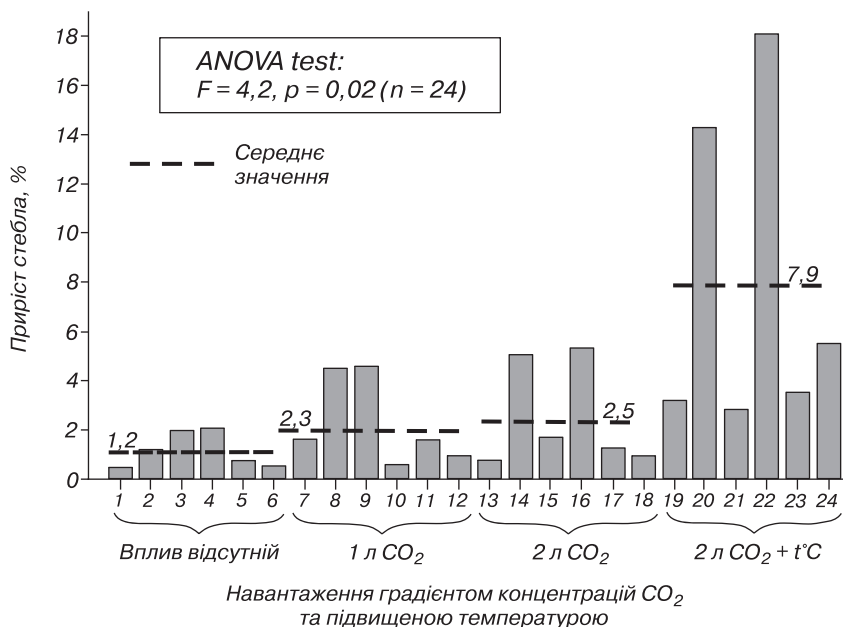


Рис. 1. Розрахунок показників приросту *Ambrosia artemisifolia* L. за впливу градієнта концентрацій CO_2 та підвищеної температури на основі методу ANOVA для перевірки статистично достовірної різниці між дослідом (програма Stat Soft STATISTICA)

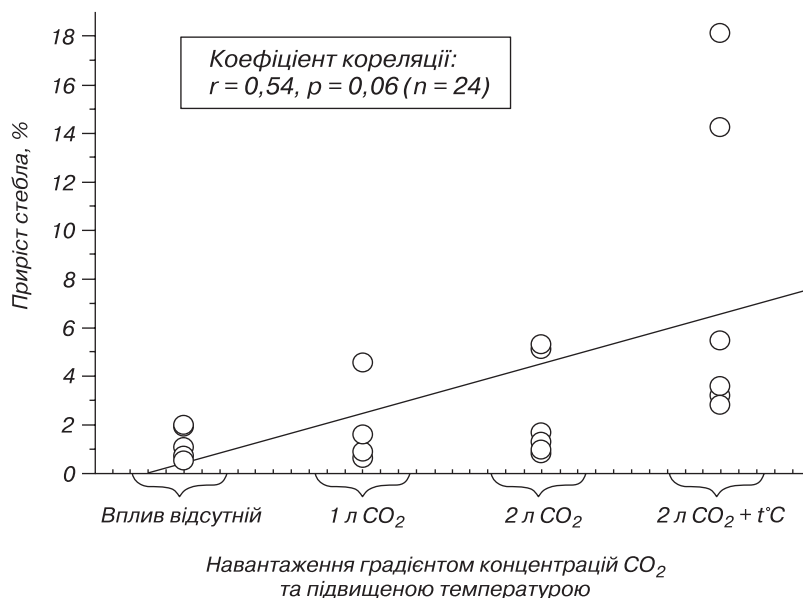


Рис. 2. Визначення кореляційної залежності між приростом стебла *Ambrosia artemisifolia* L. і впливом CO₂ та температурою методом лінійної кореляції Пірсона

Величину приросту бокових пагонів карантинного виду *A. artemisifolia* за впливу CO₂ та температури визначали за збільшенням їх частки (рис. 3, табл. 2). Було проаналізовано 57 бокових пагонів 24-х дослідних рослин. У дослідях 1–3 та 4 кількість бокових пагонів становила 13, 11, 22 та 11 од. відповідно.

За збільшення навантаження на експериментальні моделі значно збільшилася варіація даних щодо приросту бокових пагонів, а саме: від 0,75 до 13,33% (CV = 10,9) за відсутності впливу на мікрокосми; від 2,33 до 13,53 (CV = 12,3) за збагачення повітря 1 л CO₂; від 1,11 до 14,81 (CV = 23,2) — за 2 л CO₂; від 1,61 до 37,50% (CV = 107) за збагачення повітря 2 л CO₂ і нагрівання мікрокосмів до +32°C (табл. 2).

Аналіз варіації даних приросту 57 досліджуваних бокових пагонів методом ANOVA засвідчив статистично достовірну (при $p < 0,05$) різницю у варіації даних між різними дослідними та підтвердив існування ефекту ($F = 2,9$, $p = 0,04$) різного рівня збагачення повітря CO₂ та нагрівання на показники приросту бокових пагонів *A. artemisifolia*

(рис. 3). Такий ефект був стимулюючим для досліджуваного карантинного виду, оскільки середні значення приросту бокових пагонів збільшувалися залежно від підвищення рівня впливу і становили: 2,6; 5,94; 6,36 та 9,63% за збагачення повітря 1 л CO₂; 2 л CO₂; 2 л CO₂ разом з нагріванням мікрокосмів до +32°C відповідно (табл. 2).

У науковій літературі [2, 4, 9] наводяться дані, що чинники глобального потепління спричиняють цілу низку фізіологічних реакцій, зокрема, фенологічні зміни, посилений розвиток бічних пагонів, зміни інтенсивності фотосинтезу, повторний розвиток тощо. Загалом, реакцію рослин на зміни клімату поділяють на три типи. Зокрема, виділяють види, що зможуть мігрувати, адаптуватися, і такі, що зникнуть взагалі [24]. Результати досліджень свідчать, що *A. artemisifolia* належить до видів, які зможуть адаптуватися.

Існування залежності між приростом бокових пагонів досліджуваного виду та навантаженням на нього чинників впливу температури та CO₂ підтвердив і кореля-

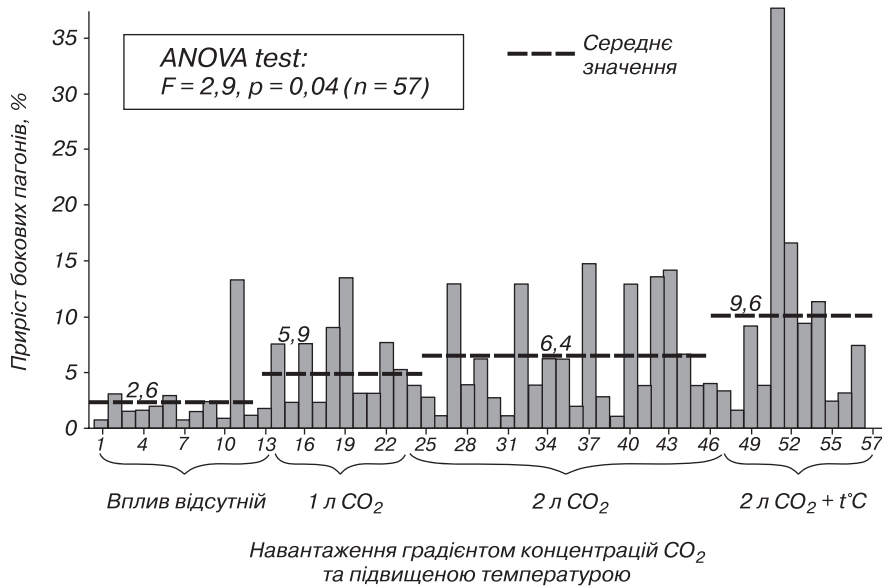


Рис. 3. Показники приросту бокових пагонів *Ambrosia artemisifolia* L. за впливу градієнта концентрацій CO₂ та підвищеної температури

Таблиця 2

Показники приросту бокових пагонів *Ambrosia artemisifolia* L. за різного навантаження CO₂ і температури

Варіанти дослідів	Середнє значення приросту бокових пагонів, %	Кількість проаналізованих бокових пагонів	Стандартне відхилення (+/-)	Коефіцієнт варіації CV, %	Амплітуда значень	
					Min	Max
Полив дистильованою водою (контроль)	2,60	13	3,31	10,9	0,75	13,33
Збагачення повітря 1 л CO ₂ — № 1	5,94	11	3,51	12,3	2,33	13,53
Збагачення повітря 2 л CO ₂ — № 2	6,36	22	4,82	23,2	1,11	14,81
Збагачення повітря 2 л CO ₂ та нагрівання до +32°C — № 3	9,63	11	10,33	106,6	1,61	37,50

ційний аналіз даних, що засвідчив статистично достовірну пряму залежність ($r = 0,4, p = 0,006$) між збагаченням повітря CO₂ і нагріванням та приростом 57 досліджуваних бокових пагонів *A. artemisifolia* (рис. 4).

Отже, отримані дані свідчать про стимулюючий ефект від посилення потепління на ріст карантинного виду *A. artemisifolia*, що узгоджується з результатами інших дослідників [18, 19, 21]. Своєю чергою, це призведе до збільшення біомаси рослин,

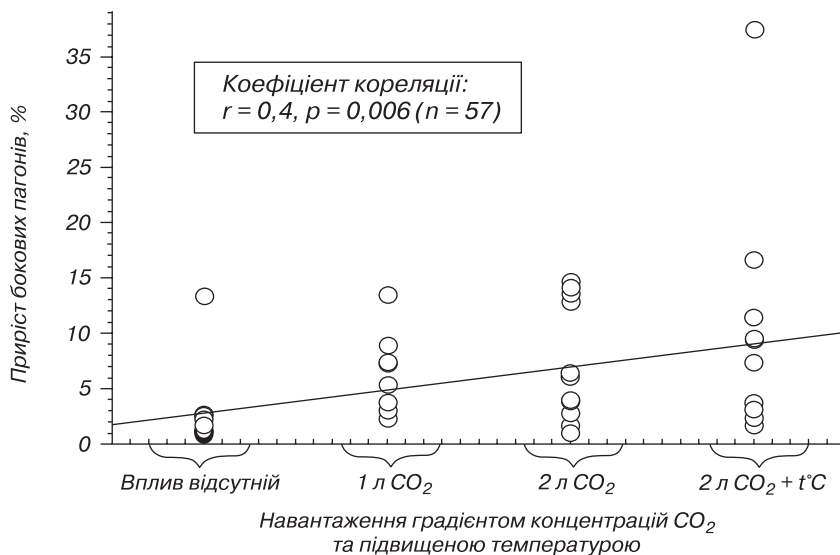


Рис. 4. Визначення кореляційної залежності між приростом бокових пагонів *Ambrosia artemisifolia* L. та градієнтом концентрацій CO_2 і підвищеною температурою методом лінійної кореляції Пірсона

що підвищить силу та швидкість інвазійних процесів, індукованих цим карантинним видом. А з огляду на прогнози щодо глобальних змін клімату та подвоєння концентрації CO_2 у приземному шарі атмосфери Землі, впродовж 2050–2100 рр. [1] можна очікувати посилення інвазії *A. artemisifolia*.

ВИСНОВКИ

Погодно-кліматичні чинники (CO_2 та температура) мають безпосередній вплив на ріст та розвиток карантинного виду *A. artemisifolia*.

Обґрунтовано, що комбінований ефект впливу CO_2 та підвищення температурного

режиму стимулює приріст бічних пагонів *A. artemisifolia*.

Зростання концентрації CO_2 у модельних мікрокосмах стимулює приріст стебла *A. artemisifolia*, що зумовлено впливом цього чинника на водний режим рослин, а це сприяє посиленню енергетичного обміну та процесів росту виду.

В умовах глобальних змін клімату *A. artemisifolia* проявляє високі адаптогенні властивості, а відтак і подальшу експансію, що своєю чергою потребує кардинального перегляду програми методів боротьби із цим карантинним видом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability / J.J. McCarthy, O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken. — Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2001. — 1032 p.
2. Ackerly D.D. Plant growth and reproduction along CO_2 gradients: non-linear responses and implications for community change / D.D. Ackerly, F.A. Bazzaz // Global Change Biol. — 1995. — Vol. 1. — P. 199–207.
3. Plant respiratory responses to elevated CO_2 partial pressure / L.H. Allen, M.B. Kirkham, D.M. Olszyk, C. Whitman (eds.) // Advances in CO_2 Effects Research. — Madison: American Society of Agronomy, 1997. — P. 1–29.
4. Bazzaz F.A. The response of natural ecosystems to the rising global CO_2 levels / F.A. Bazzaz // Annu Rev Ecol Syst. — 1990. — Vol. 21. — P. 167–196.
5. Farnsworth E.J. Inter- and intra-generic differences in growth, reproduction, and fitness of nine herbaceous annuals grown in elevated CO_2 environments / E.J. Farnsworth, F.A. Bazzaz // Oecologia. — 1995. — Vol. 104. — P. 454–466.

6. Curtis P.S. A meta-analysis of elevated CO₂ effects on woody plant mass, form, and physiology / P.S. Curtis, X. Wang // *Oecologia*. — 1998. — Vol. 113. — P. 299–313.
7. Tyree M.T. Plant water relations and the effects of elevated CO₂: a review and suggestions for future research / M.T. Tyree, J.D. Alexander // *Vegetatio*. — 1993. — Vol. 104–105. — P. 47–62.
8. Poorter H. Interspecific variation in the growth response of plants to an elevated ambient CO₂ concentration / H. Poorter // *Vegetatio*. — 1993. — Vol. 104–105. — P. 77–97.
9. Linking plant invasions to global environmental change / M. Vilà Smith, J.D. Corbin, J.S. Dukes et al. // *Terrestrial ecosystems in a changing world*. — 2007. — Ch. 3. — P. 93–102.
10. Ковалев О.В. Расселение адвентивных растений трибы амброзиевых в Евразии и разработка биологической борьбы с сорняками рода *Ambrosia* L. (*Ambrosia*, *Asteraceae*) / О.В. Ковалев // Труды ЗИН АН СССР. — 1980. — № 7. — С. 23–27.
11. Hidden health benefits of greenhouse gas mitigation / L. Cifuentes, V.H. Borja-Aburto, N. Gouveia, G. et al. // *Science*. — 2001. — Vol. 293. — P. 1257–1269.
12. Амброзія полиноліста: ареали, шкодочинність, система захисту / В.С. Циков, А.І. Хорішко, Л.П. Матюха, Ю.І. Ткаліч. — Дніпропетровськ, 2010. — 56 с.
13. Богословская М.С. Мониторинг агроценозов и особенности распространения амброзии полынолистной / М.С. Богословская // Корми і кормовиробництво. — 2009. — Вип. 65. — С. 47–51.
14. Богословська М.С. Особливості конкурентних взаємодій багаторічних злакових трав з рослинами амброзії полинолістої / М.С. Богословська // Агроекологічний журнал. — 2011. — № 3. — С. 90–94.
15. Борона В.П. Амброзія полиноліста у посівах сої / В.П. Борона, В.В. Красевич, М.М. Неїлік // Карантин і захист рослин. — 2008. — № 12. — С. 7–9.
16. Величко А.Є. Вплив амброзії полинолістої на ефективність і результативність сільськогосподарського виробництва / А.Є. Величко, О.Д. Герасимчук, Р.М. Кухарук // Продуктивність агропромислового виробництва. — 2011. — № 21. — С. 94–98. — (Серія: економічні науки).
17. Мажара Ф.М. Биологические особенности амброзии полынолистной и разработка мер борьбы с ней: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Ф.М. Мажара. — Днепропетровск, 1954. — 16 с.
18. Basset I.J. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. psilostachya* / I.J. Basset, C.W. Crompton // *The biology of canadian weeds*. — 1975. — No. 55. — P. 463–476.
19. Beres I. Neuere Untersuchungen zur Biologie von *Ambrosia artemisiifolia* L. / I. Beres // *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen*. — 1994. — No. 59. — P. 1295–1297.
20. The trend to earlier birch pollen seasons in the U.K.: abiotic response to changes in weather conditions? / J. Emberlin, J. Mullins, J. Corden et al. // *Grana*. — 1997. — Vol. 36. — P. 29–33.
21. Interaction of the onset of spring and elevated atmospheric CO₂ on ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen production / C.A. Rogers, P.M. Wayne, E.A. Macklin et al. // *Environmental Health Perspectives*. — 2006. — Vol. 114. — P. 865–869.
22. Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is increased in CO₂-enriched atmospheres / P. Wayne, S. Foster, J. Connolly et al. // *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*. — 2002. — Vol. 8. — P. 279–282.
23. Increasing Amb a 1 content in common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) pollen as a function of rising atmospheric CO₂ concentration / B.D. Singer, L.H. Ziska, D.A. Frenz et al. // *Functional Plant Biology*. — 2005. — Vol. 32. — P. 667–670.
24. Climate Change 1995: The Science of Climate Change / J.T. Houghton, L.G. Meira, B.A. Callander et al. — Cambridge Cambridge University Press. — 1996. — 232 p.

REFERENCES

1. McCarthy J.J., Canziani O.F., Leary N.A., Dokken D.J. (2001). *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability*, Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 1032 p. (*in English*).
2. Ackerly D.D., Bazzaz F.A. (1995). Plant growth and reproduction along CO₂ gradients: non-linear responses and implications for community change / D.D. Ackerly, *Global Change Biol.*, Vol. 1, pp. 199–207 (*in English*).
3. Amthor J., Allen L.H., Kirkham M.B., Olszyk D.M., Whitman C. editors. (1997). *Plant respiratory responses to elevated CO₂ partial pressure* / *Advances in CO₂ Effects Research*. Madison, American Society of Agronomy, pp. 1–29 (*in English*).
4. Bazzaz F.A. (1990). The response of natural ecosystems to the rising global CO₂ levels, *Annu Rev Ecol Syst*, Vol. 21, pp. 167–196 (*in English*).
5. Farnsworth E.J., Bazzaz F.A. (1995). Inter- and intra-generic differences in growth, reproduction, and fitness of nine herbaceous annuals grown in elevated CO₂ environments, *Oecologia*, Vol. 104, pp. 454–466 (*in English*).
6. Curtis P.S., Wang X. (1998). A meta-analysis of elevated CO₂ effects on woody plant mass, form, and physiology, *Oecologia*, Vol. 113, pp. 299–313 (*in English*).
7. Tyree M.T., Alexander J.D. (1993). Plant water relations and the effects of elevated CO₂: a review and suggestions for future research, *Vegetatio*, Vol. 104–105, pp. 47–62 (*in English*).
8. Poorter H. (1993). Interspecific variation in the growth response of plants to an elevated ambient CO₂ concentration, *Vegetatio*, Vol. 104–105, pp. 77–97 (*in English*).

9. Vilà M. Smith, Corbin J.D., Dukes J.S., Pino J. (2007). Linking plant invasions to global environmental change, Terrestrial ecosystems in a changing world, Chapter 3, pp. 93–102 (*in English*).
10. Kovalev O.V. (1980). *Rasselenie adventivnykh rasteniy triby ambrozievykh v Yevrazii i razrabotka biologicheskoy borby s sornyakami roda Ambrosia L. (Ambrosia, Asteraceae)* [Settling adventitious plants ambrozievykh tribe in Eurasia and the development of biological control of weeds genus *Ambrosia L. (Ambrosia, Asteraceae)*]. Proceedings Zine USSR Academy of Sciences Publ., No. 7, pp. 23–27 (*in Russian*).
11. Cifuentes L., Cifuentes L., Borja-Aburto V.H., Gouveia N., Thurston G., Davis D.L. (2001). Hidden health benefits of greenhouse gas mitigation, Science, Vol. 293, pp. 1257–1269 (*in English*).
12. Tsykov V.S., Khorishko A.I., Matiukha L.P., Tkachich Yu.I. (2010). *Ambrosiia polynolysta: arealy, shkodochynnist, systema zakhystu* [*Ambrosia artemisiifolia: habitat, harmfulness, system protection*]. Dnipropetrovsk, 56 p. (*in Ukrainian*).
13. Bogoslovskaya M.S. (2009). *Monitoring agrotsenozov i osobennosti rasprostraneniya ambrosii polynolistnoy* [Monitoring agrotcenozov and especially the spread of ragweed]. *Kormi i kormovirobnitstvo* [Feed and fodder production]. Iss. 65, pp. 47–51 (*in Russian*).
14. Bohoslovskaya M.S. (2011). *Osoblyvosti konkurentnykh vzaimovidnosyn bahatorichnykh zlakovykh trav z roslinamy ambrosii polynolistoi* [Features of competitive relationships perennial grasses with plants *Ambrosia artemisiifolia*]. *Ahroekologichnyi zhurnal* [Agroecological journal]. No. 3, pp. 90–94 (*in Ukrainian*).
15. Borona V.P., Krasevych V.V., Neilyk M.M. (2008). *Ambrosiia polynolysta u posivakh soi* [*Ambrosia artemisiifolia* in soybean crops]. *Karantyn i zakhyst roslyn* [Quarantine and Plant Protection]. No. 12, pp. 7–9 (*in Ukrainian*).
16. Velychko A.Ye., Herasymchuk O.D., Kukharuk R.M. (2011). *Vplyv ambrosii polynolistoi na efektyvnist i rezul'tatyvnist silskohospodarskoho vyrobnytstva* [Effect of *Ambrosia artemisiifolia* efficiency and effectiveness of agricultural production]. *Produktyvnist ahropromysloвого vyrobnytstva (ekonomichni nauky)*. *Naukovo-praktychnyi zbirnyk Ukrainskoho naukovo-doslidnogo instytutu produktyvnosti ahropromysloвого kompleksu Ministerstva ahromoi polityky Ukrainy* [Performance agroindustrial production (economic sciences). Scientific collection of Ukrainian Research Institute productivity agriculture of the Ministry of agrarian policy of Ukraine]. No. 21, pp. 94–98 (*in Ukrainian*).
17. Mazhara F.M. (1954). «Biological features of ragweed, and measures to combat it» Abstract of candidate of agricultural sciences, Dnepropetrovsk, 16 p. 51 (*in Russian*).
18. Basset I.J., Crompton C.W. (1975). *Ambrosia artemisiifolia L. and A. psilostachya*, The biology of canadian weeds 11, No. 55, pp. 463–476 (*in English*).
19. Beres I. (1994). Neuere Untersuchungen zur Biologie von *Ambrosia artemisiifolia L.*, Mededelingen Faculteit Landbouwkundigen Toegepaste Biologische Wetenschappen, No. 59, pp. 1295–1297 (*in English*).
20. Emberlin J., Mullins J., Corden J. (1997). The trend to earlier birch pollen seasons in the U.K.: abiotic response to changes in weather conditions?, Grana, Vol. 36, pp. 29–33 (*in English*).
21. Rogers C.A., Wayne P.M., Macklin E.A. (2006). Interaction of the onset of spring and elevated atmospheric CO₂ on ragweed (*Ambrosia artemisiifolia L.*) pollen production, Environmental Health Perspectives, Vol. 114, pp. 865–869 (*in English*).
22. Wayne P., Foster S., Connolly J., Bazzaz F., Epstein P. (2002). Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia L.*) is increased in CO₂-enriched atmospheres, Annals of Allergy, Asthma and Immunology, Vol. 8, pp. 279–282 (*in English*).
23. Singer B.D., Ziska L.H., Frenz D.A. (2005). Increasing Amb a 1 content in common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) pollen as a function of rising atmospheric CO₂ concentration, Functional Plant Biology, Vol. 32, pp. 667–670 (*in English*).
24. Houghton J.T., Meira L.G., Callander B.A. (1996). Climate Change 1995: The Science of Climate Change, Cambridge: Cambridge University Press, 232 p. (*in English*).

RARE PLANTS OF ECOLOGICAL NETWORK IN CONNECTING AREAS OF VINNYTSIA REGION

V. Shavrina, Ye. Tkach

Інститут агроекології і природокористування НААН

Встановлено, що раритетне фіторізноманіття регіону складають вищі судинні рослини, серед яких: 9 видів — занесені до Червоної книги України, 4 види — до Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи, 7 видів — до Європейського Червоного списку, 3 види — до Конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ їх існування в Європі і 8 видів — до Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої флори і фауни, що перебувають під загрозою зникнення.

Ключові слова: Червона книга України, сполучні території, рідкісні види, екомережа.

Today the development of national ecological network is a priority task in the environmental sphere. The main purpose of ecological network creation is extension of country space with natural landscapes and formation of territorial integrated system that would ensure preservation of natural ecosystems and species of plant and animal life and their populations. In view of the excessive vegetation cover in the transformed Vinnytsia region that belongs to the Right-Bank Forest Steppe zone, researches of flora in connecting areas of ecological network are especially important [1]. Connecting areas (ecological corridors) combine among themselves key areas, objects of natural reserve fund (NRF), thus providing species migration and exchange of genetic material. However, in the legislation is still not clearly defined a connection between objects of the NRF with structural elements of the ecological network and also regimes of economic activity on these areas are not established [2]. The Law of Ukraine «On the Red Book of Ukraine» is one of the main legislative acts defining the basic foundations of biodiversity conservation [3]. It defines the list of species which are endangered of population abundance decrease or even extinction. At the same time at the base of the main provisions of this law are approaches that slightly differ from approaches dedicated for species determining for inclusion to the Red List,

adopted by the International Union for Conservation of Nature (hereinafter — IUCN) and realized in most European countries. For comprehensive issues resolution of landscape and biological diversity preservation in the region the «Regional Programme of environmental protection and rational use of natural resources for 2013–2018» was adopted (session decision of the Vinnytsia Regional Council № 418 from 18.12.2012).

MATERIALS AND RESEARCH METHODS

Field researches of anthropogenically-transformed phytocoenoses of agrolandscapes in connecting areas of Vinnytsia region ecological network were conducted. For the researches we selected the following administrative districts of the region: Vinnytskyi, Tyvrivskyi, Zhmerynkyi and Mohyliv-Podilskyi districts. Selection of connecting areas meets the criteria for allocation of ecological network elements [1].

Researches were carried out in anthropogenically-transformed phytocenoses of agrolandscapes (meadows, pastures, border zone of fields, forest belts) in connecting areas of ecological network in Vinnytsia region (Buzkyi, Dnistrovskyi, Rivskyi, Nemyiskyi, Liadivskyi ecological corridors), based on generally accepted methodology [4]. Identification of phytobiota species composition was conducted by expeditionary-routing method. We used the results of our own field studies, materials of herbarium fund of the M.G. Kholod-

ny Institute of Botany of NAS of Ukraine (KW). Plant names are given according to the nomenclature list of vascular plants of Ukraine (Mosyakin, Federonchuk, 1999) [5]. Cameral treatment of results were conducted using the computer program MS Excel.

RESULTS AND DISCUSSION

It is known that ecological corridors are strips of forest, meadow, steppe, wetland and shrubs along river valleys [7]. Connecting areas (ecological corridors) in Vinnytsia region have three levels: national – 3, regional – 6 and local – 7 (Table) [5–7].

The total number of types of higher vascular plants in Vinnytsia region amounts to 600 species, that representing 2.53% of the total species of Ukraine, and 346 species of which are subject for protection [9–14]. We also noticed 264 species of higher vascular plants (44% of the total amount in the region), from which rare phytodiversity amounts 31 species that are included to the Red Book of Ukraine (2009) – 9 species [14], IUCN Red List – 4 types [9], European Red List – 7 species [11], Convention for Protection of Wild Flora and fauna and natural environment of their existence in Europe (Bern, 1979) – 3 species [13], Convention about International Trade in Endangered Species of wild flora and fauna that are threatened by extinction (CITES, Washington, 1973) – 8 species [12].

During geo-botanical researches of environmental and anthropogenic-transformed vegetation of connecting areas we found rare, endemic and relict species and plant groupings that are included to the Red Book of Ukraine, Green Book of Ukraine, IUCN Red List, European Red List [8–13].

Buzkyi national meridional ecological corridor is located near the valley of the Southern Bug and its tributaries. It combines landscapes of Northern and Eastern Podillya and Dnieper sublimity. Within the region on ecological corridor is laid Galitsko-Slobozhanskyi latitudinal ecological corridor. The structure of land use is: 35.37% of area is occupied by forest, meadow and steppe, wetland vegetation, about 57.85% – arable lands and 6.8% – roads and human settlements [1].

Research results show that within ecological corridor such plant species registrated in Red Book of Ukraine are increasing: *Chamaecytisus blockianus* (Pawl.) Klásk. (nanophanerophyte, mesoxerophyte, calcicole, rare endemic) found among shrubs on the slopes in valley of the Southern Bug River, the number of species was limited to 4 specimens per 1 m². The species is included to the European Red List and IUCN Red List. At the edge of the forest in the valley of the Southern Bug River near the city of Hnivan we found *Epipactis purpurata* Smith. – (polycarpic, geophytes, mesophyte, heliosciophyte, rare) – population density was 2–5 species per 1 m².

Investigated phytocoenosis of connecting areas in Vinnytsia region

Title of eco-corridor	Geographical location	Length, km	Width, km	Status in ecological network	Land area, ha
Buzkyi	Valley of the Southern Bug River	58	2–10	national	211232
Dnistrovskyi	Valley of the Dnister River	166	2–6	national	66421
Rivskyi	Valley of the Riv River	83	1.5–3.5	interregional	20753
Liadivskyi	Valley of the Liadova River	88	1–3	local	35213
Nemyiskyi	Valley of the Nemyia River	64	1–2	local	9618

Species is included to the Appendix II CITES (species that are under threat of extinction). In the meadows we observed *E. palustris* (L.) Crantz — (polycarpic, geophyte, mesophyte, heliosciophyte), populations are numerically small 1–3 specimens per 1 m². Species are also included to the IUCN Red List. Under the woodside and on floodplain hay meadows we found *Listera ovata* (L.) R.Br. — (hemikryptophyte, geophyte, heliosciophyte, mesophyte) rare, the number of species does not exceed 3 specimens per 1 m². *Neotinea ustulata* (L.) R.M. Bateman — (polycarpic, geophyte, xeromesophyte, heliosciophyte), whose population density is low: from 1 to 4 specimens per 1 m², also grows here. Besides the Red Book of Ukraine it is also listed in Appendix II CITES. Among the regionally rare plant species on pastures around the village of Mohylivka we observed *Trifolium pannonicum* Jacq. — (polycarpic, hemikryptophyte, geliophyte, xeromesophyte) — species is distributed as separate localities, population density is high, from 11 to 25 specimens per 1 m², in slowly continuous flow waters of the Southern Bug River we found *Nuphar lutea* (L.) Smith (polycarpic, hydrophyte, heliophyte), whose population density is high [15]. In the meadows around the village of Selyshche occurs: *Poa versicolor* Besser (polycarpic, hemikryptophyte, heliosciophyte, mesoxerophyte) with high population density — more than 30 specimens per 1 m², *Phlomis tuberosa* L. (polycarpic, geophyte, helio-sciophyte, xeromesophyte) with an average population density up to 10 specimens per 1 m², *Salvia betonicaefolia* Etl. (polycarpic, hemikryptophyte, scioheliophyte, xeromesophyte), whose population density is 8–12 specimens per 1 m².

In addition, we observed communities from the Green Book: associations of mixed oak forests (with bulb); association of hornbeam-oak forests, pilose-sedge.

Dniester National submeridional ecological corridor is located near the Dniester river valley. It combines elements of ecological network of Vinnytsia region with elements of ecological network of Khmelnytskyi region and the Republic of Moldova, and therefore

has an international significance. Within this ecological corridor Dniester-Murafske national natural nucleus is located and also Naddnistriansko-Bernashivskyi, Mohyliv-Podilskyi, Liadivskyi, partly Vendychansko-Serebrii and Yampil'skyi regional centers of biodiversity [5]. The vegetation is represented by meadows, steppe, rock-steppe and forest plantings. Within the ecological corridor we found such rare plants that are listed in the Red Book of Ukraine as *Staphylea pinnata* L. (phanerophyte, xeromesophyte, heliosciophyte) — we observed four specimens near the forest around the village Yaryshiv locally. At the edge of the forest sporadically occurs only one wild species of the genus *Lilium* - *Lilium martagon* L. (polycarpic, geophyte, heliosciophyte, mesoxerophyte) whose populations are not numerous, 5–9 specimens were found by separate localities. Given specimens suffer from significant anthropogenic influence through picking up flowers for bunch of flowers and digging up bulbs. In the meadows we found a rare relict species that is included to the Appendix I of the Bern Convention — *Dracocephalum austriacum* L. (monocarp, therophyte, heliosciophyte, mesoxerophyte) — numerically small populations of 8 specimens per 1 m². In the meadow-steppe slopes singly occurs endemic *Carlina cirsoides* Klok. (one-year plant, therophyte, heliosciophyte, xeromesophyte) — a species included to the Red Book of Ukraine and European Red List. Among regionally rare species along field roads in small localities *Crataegus oxyacantha* L. (phanerophyte, scioheliophyte, xeromesophyte) occurs. It is revealed a group of associations of hazel oak forests from the Green Book of Ukraine.

Rivskyi regional ecological corridor is formed along the valley of the Riv river. The function of ecological corridor is performed between natural core of landscape of the Riv and the Southern Bug valleys, combining Bar and Zhmerynka regional centers of biodiversity among themselves and the Southern Bug submeridional national ecological corridor. Plant cover is represented by forest, meadow and wetland vegetation type. Some

part of lands of ecological corridor from the villages Tokarivka and Mohylivka which are located under human settlements, roads, arable lands amounts to 63.35%, meadow and meadow-wetland vegetation occupied about 13.23% of the area, forests — 18.3% and 5.12% of lands are under the water. As part of flora there are some species registered in the Red Book of Ukraine. On the edge of the forest around the village Brailiv *Neottia nidus-avis* (L.) Rich. (polycarpic, sciophyte, mesophyte, geophyte) with numerically small population of 5–7 specimens per 1 m² occurs, the species is included to the Appendix II of CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), *Epipactis helleborine* (L.) Crantz (hemicryptophyte, mesophyte, sciophyte) whose population number is 3–5 specimens per 1 m², the species is included to the Appendix II of CITES. From regionally rare species on the edge of fields around the Mohylivka village we found: *Viola rupestris* F.W. Schmidt (polycarpic, hemicryptophyte, heliosciophyte, xeromesophyte) — population number of specimens is 5 per 1 m², in wet meadows in the Riv river valley occurs *Valeriana exaltata* L. (polycarpic, geophyte, heliosciophyte, hygrophyte) — with high density population, more than 17 specimens. Among relict species registrated in the Green Book of Ukraine in low flow water of the Riv river we found such populations *Potamogeton natans* L. (polycarpic, hygrophyte, heliosciophyte) and *Nuphar lutea* (L.) Smith. (polycarpic, hygrophyte, helophyte) that needs special attention and protection.

Liadivskyi regional ecological corridor is formed along the Liadova river valley. This ecological corridor connects Murovanokurylovetskyi and Liadivskyi regional centers of biodiversity among themselves and with the national Dniester submeridional ecological corridor [5–6]. Plant cover is represented by forest, steppe and shrub vegetation. Among the rare species registrated in the Red Book of Ukraine endemic *Chamaecytisus podolicus* (Blocki) Klask. (polycarpic, heliophyte, xerophyte, nanophanerophyte) occurs, numerically small populations were found in the

meadow-steppe slopes around Liadova village, the species is also included to the European Red List and IUCN Red List, on the edge of forests we observed *Aconitum besserianum* Andr. ex Trautv. (polycarpic, hemicryptophyte, heliosciophyte, xeromesophyte) with numerically small populations of 1–4 specimens per 1 m², the species is protected by the Convention on wild flora and fauna protection (Bern Convention), *Adonis vernalis* (L.) Spach. (polycarpic, hemicryptophyte, mesoxerophyte, cryptophyte) whose population number is 8–12 specimens per 1 m², the species is registrated in the Appendix II of CITES. In the surroundings of the Liadova village on the edge of forest we found *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druse (polycarpic, hemicryptophyte, mesophyte, geophyte), whose population is represented by a small group of 8 specimens per 1 m², *Anacamptis coriophora* (L.) R.M. Bateman (polycarpic, hemicryptophyte, geophyte, mesophyte), that occurs in the meadows in small populations of 2–4 specimens per 1 m². It is registrated in the Red Book of Ukraine and Appendix II CITES. It is also fixed the distribution of regionally rare species: *Sorbus torminalis* (L.) Crantz. (phanerophyte, heliosciophyte, mesophyte) and *Euonymus europaeus* L. (phanerophyte, sciophyte, mezophyte) found in the forest belts by separate specimens. In the surroundings of the Sloboda-Yaryshivska village on the line of forest we found *Anemone sylvestris* L. Druse (polycarpic, hemicryptophyte, scioheliophyte, xeromesophyte) with numerically small populations of 4–7 specimens per 1 m². *Stellaria holostea* L. (polycarpic, hemicryptophyte, heliosciophyte, mesoxerophyte) was marked on the edge of the forest around Yaryshiv village, populations are numerous, *Eryngium campestre* L. (polycarpic, hemicryptophyte, geophyte, xeromesophyte) was observed singly on pastures and along field roads with small localities, *Rosa rubrifolia* Vill. (phanerophyte, scioheliophyte, xeromesophyte) was noted by single bushes in the forest belts around Yaryshivka village [15]. In the meadows we marked *Trifolium rubens* L. (polycarpic, hemicryptophyte, xeromesophyte) and *Silene vulgaris* (L.) Moench

(polycarpic, hemicryptophyte, heliosciophyte, xeromesophyte) whose number of individuals in the population ranges from 4 to 8 specimens per 1 m².

Nemyiskyi local ecological corridor is formed by the valley of the Nemyia river. It is located on the edge of Mohyliv-Podylskiy biodiversity regional center. Vegetation is presented by meadow, meadow-steppe, forest and shrub vegetation. In the meadows around Nemyia village endemic species *Chamaecytisus blockianus* (Pawl.) Klásk. (nanophanerophyte, mesoxerophyte, calcicole, rare endemic) grows, whose population amount is 4–6 specimens per 1 m². It is registered in the European Red List. Here we also observed *Salvia cremenecensis* Bess. (polycarpic, hemicryptophyte, mesoxerophyte, facultative calciophil), a Podolskian rare endemic which number did not exceed 5 specimens per 1 m². On the outskirts of Mohyliv-Podylskiy in beechy and hornbeam forests, relict species *Scopolia carniolica* Jacq. (polycarpic, sciophyte, geophyte, mesophyte) grows whose population number does not exceed 5 specimens per 1 m². It is necessary to note that this is the only representative of the family *Staphylaeaceae* in the natural flora of Ukraine, recorded to the Red Book of Ukraine. On the edge of forest we observed numerically small populations *Aconitum besserianum* Andr. ex Trautv, on the meadow-steppe slopes *Chamaecytisus albus* (Hacq.) Rothm. (nanophanerophyte, mesoxerophyte, chamephyte, scioheliophyte) occurs, that is numerically small population of 5–7 specimens per 1 m², and *Chamaecytisus podolicus* (Bloski) Klásková (phanerophyte, chamephyte, heliosciophyte, xeromesophyte),

its number was 10 specimens per 1 m². The species is included to the European Red List and IUCN Red List.

CONCLUSIONS

National ecological corridors (Buzskiy, Dniester), interregional (Rivskiy), local (Lia-dovskiy, Nemyiskiy) levels were investigated. It was established that in the vegetation cover significant amount of rare and endemic species are distributed. Rare phytodiversity of investigated ecological corridors of the region represent 31 species of higher vascular plants that are included to the Red Book of Ukraine (2009) – 9 species, Red List of International Union for Nature Conservation – 4 species, European Red List – 7 species, Convention for Protection of Wild Flora and fauna and natural environment of their existence in Europe (Bern, 1979) – 3 species, Convention about International Trade in Endangered Species of wild flora and fauna that are threatened by extinction (CITES, Washington, 1973) – 8 species. Investigated connecting territories occupy an important place in the structure of ecological network of the region, as they are characterized by landscape diversity, floral and coenotic wealth. From aforementioned it can be concluded that significant amount of higher vascular plants that grow in these areas need protection. Therefore, just development of ecological network would promote an increase of population abundance of plant species and availability of rare, endemic species would indicate on special value of investigated ecological corridors in the structure of region ecological network.

REFERENCES

1. Мудрак О.В. Збалансований розвиток екомережі Поділля: стан, проблеми, перспективи: Монографія / О.В. Мудрак. — Вінниця: «СПД Главацька Р.В.», 2012. — 914 с.
2. Яценюк Ю.В. Сполучні території екомережі Вінницької області / Ю.В. Яценюк // III-й Всеукраїнський з'їзд екологів з Міжнародною участю. — Т. 1. — Вінниця ВНТУ, 2011. — С. 279–282.
3. Закон України «Про Червону книгу України» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3055-14>
4. Оцінка стану напівприродних фітоценозів агроландшафтів України: Методичні рекомендації / О.В. Шерстобоева, Є.Д. Ткач, В.І. Стародуб та ін. — К., 2012. — 24 с.
5. Mosyakin S.L. Vascular Plants of Ukraine a Nomenclatural Checklist / S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk. — Kiev: National Academy of Sciences of Ukraine M.G. Kholodny Institute of Botany, 1999. — 346 p.
6. Яценюк Ю.В. Національні природні ядра екомережі Вінницької області. / Ю.В. Яценюк // Укр. геогр. журн. — 2011. — № 2. — С. 48–52.

7. Яцентюк Ю.В. Екомережа Вінницької області / Ю.В. Яцентюк. — Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2011. — 128 с.
8. Білявський Г.О. Сучасний стан біорізноманіття Поділля / Г.О. Білявський, О.В. Мудрак // Агроекологічний журнал. — 2011. — С. 20–24. — (Спец. випуск).
9. Всеєвропейська стратегія збереження біологічного та ландшафтного різноманіття (The Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy). — К.: Авалон, 1998. — 52 с.
10. Боннська конвенція і WETLANDS INTERNATIONAL (за матеріалами бюл. «WETLANDS INTERNATIONAL») // Інформ. бюл. Нац. Екол. Центру України. — 1999. — № 2. — С. 12–14.
11. Європейський червоний список [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://ec.europa.eu/environment/nature-conservation/species/redlist>
12. Конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення (Вашингтон, 1973 р.). — К., 1999. — 83 с.
13. Конвенція про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (Берн, 1979 р.). — К., 1998. — 76 с.
14. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.
15. Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України (довідкове видання) / Укладачі: д-р біол. наук, проф. Т.Л. Андриєнко, канд. біол. наук М.М. Перегрим. — К.: Альтерпрес, 2012. — 148 с.

REFERENCES

1. Mudrak O.V. (2012). *Zbalansovany rozvitok ekome-rezhi Podillya: stan, problemi, perspektivi: monografi-ya* [Sustainable development of ecological network of Podillya: state, problems and prospects: monograph]. Vinnitsya, «SPD Glavatska R.V.» Publ., 914 p. (in Ukrainian).
2. Yatsentiuk Yu.V. (2011). *Spoluchni terytorii ekome-rezhi Vinnytskoi oblasti* [Connecting territories of ecological network in Vinnytsia]. III Vseukrain'kyi zizd ekologiv z Mizhnarodnoi uchastii [Third All-Ukrainian Congress of Ecologists with international participation]. Vinnitsya, «VNTU» Publ., Vol. 1, pp. 279–282 (in Ukrainian).
3. *Zakon Ukrainy «Pro Chervonu knyhu Ukrainy»* [The Law of Ukraine «On the Red Book of Ukraine»] (in Ukrainian).
4. Sherstoboeva O.V., Tkach E.D., Starodub V.I., Dovgich K.I., Shavrina V.I. (2012). *Otsinka stanu napivprirodnihi fitosenoziv agrolandshaftiv Ukrainy. Metodichni rekomendatsiyi* [Assessment of anthropogenically transformed phytocoenoses of agrolandscapes in Ukraine. Guidelines]. Kyiv, 24 p. (in Ukrainian).
5. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. (1999). Vascular plants of Ukraine a nomenclatural checklist. Kyiv, M.G. Kholodny Institute of botany, 345 p. (in English).
6. Yatsentiuk Yu.V. (2011). *Natsionalni pryrodni yadra ekome-rezhi Vinnytskoi oblasti* [National natural cores of the ecological network in Vinnytsya region]. Ukrainian Geographical Journal, No. 2, pp. 48–52 (in Ukrainian).
7. Yatsentiuk Yu.V. (2011). *Ekome-rezha Vinnytskoi oblasti* [Ecological network in Vinnytsya region]. Vinnitsya, «PP TD Edelweis i K» Publ., 128 p. (in Ukrainian).
8. Biliavskiyi H.O., Mudrak O.V. (2011). *Suchasnyi stan bioriznomanittia Podillia* [The current state of biodiversity of Podillya]. Agroecological journal (special edition), pp. 20–24 (in Ukrainian).
9. Movchan Ya., Parchuk H., Zhurbenko T., Roman-chuk V. ed. (1998). *Vsievropeiska stratehiia zbere-zhennia biolohichnoho ta landshaftnoho riznomanittia* [Pan-European strategy for conservation of biodiversity]. Kyiv, «Avalon» Publ., 52 p. (in Ukrainian).
10. *Bonska konventsia i WETLANDS INTERNATIONAL (za materialamy biul. «WETLANDS INTERNATIONAL»)*. [The Bonn Convention and WETLANDS INTERNATIONAL (according to the materials of «WETLANDS INTERNATIONAL»)]. Information Bulletin of the National Ecological Center of Ukraine, 1999, No. 2, pp. 12–14 (in Ukrainian).
11. The European Red List. Available at: <http://ec.europa.eu/environment/nature%20conservation/species/redlist> (in English).
12. *Konventsia pro mizhnarodnu torhivliu vydamy dykoi fauny i flory, scho perebuvaiut pid zahrozoiu znyknen-nia (Vashynhton, 1973)* [Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, Endangered (Washington, 1973)]. Kyiv Publ., 1999, 83 p. (in Ukrainian).
13. *Konventsia pro okhoronu dykoi flory i fauny ta pryrod-nykh seredovysch isnuvannia v Yevropi (Bern, 1979r)* [Convention on the Conservation of Wild Flora and Fauna and Natural Habitats in Europe (Bern, 1979)]. Kyiv Publ., 1998, 76 p. (in Ukrainian).
14. Didukh Ya.P. ed. (2009). *Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyi svit* [Red Book of Ukraine. Flora]. Kyiv, «Hlobalkonsaltny» Publ., 900 p. (in Ukrainian).
15. Andrienko T., Peregrym M. (2012). *Ofitsyni pereliki regional'no ridkysnikh roslin administrativnykh teri-toriy Ukraini (dovidkove vidannya)* [Official list of regional rare plants of administrative territories of Ukraine (reference book)]. Kyiv: Alterpress Publ., 148 p. (in Ukrainian).

СУКЦЕСІЇ ФІТОЦЕНОЗІВ У МЕЖАХ ПОДОРОЖНЕНСЬКОГО СІРЧАНОГО КАР'ЄРА

У.Р. Назаровець, В.П. Оліферчук, Л.І. Копій, М.Л. Копій

Національний лісотехнічний університет України

Виділено основні стадії первинного розвитку рослинного покриву у межах Подорожненського сірчаного кар'єра: сингенетичні та ендеоекогенетичні. Наведено їх характеристики та спрогнозовано можливий подальший розвиток. Визначено основні закономірності формування рослинного покриву в межах досліджуваної території. Встановлено видовий склад та структуру рослинних угруповань піонерного типу заростання. З'ясовано, що на початковому етапі у складі піонерних угруповань домінують полікарпіки з перевагою однорічників (близько 76%), дворічників (10) та незначна кількість полікарпічних багаторічників (близько 14%). Проаналізовано етапи формування рослинності на рекультивованих відвалах та виділено видовий склад і структуру асоціацій мати-й-мачухи, куничника наземного та грястиці збірної.

Ключові слова: сукцесія, асоціація, біоморфа, видовий склад, рекультивовані відвали.

Сукцесії є однією з форм динаміки рослинних угруповань поряд із флуктуаціями, еволюцією та порушеннями [1]. На сучасному етапі розвитку фітоценології найпоширенішим є визначення сукцесії як процесу незворотної реорганізації фітоценозу, що зумовлює зміну одних ценозів іншими на певній ділянці незалежно від характеру і природи чинників впливу [2–4].

З огляду на особливості техногенних новоутворень сірчаних родовищ, процес формування і подальший розвиток рослинного покриву розглядається як первинні сукцесії, котрі за своєю природою є сингенетичними та ендеоекогенетичними водночас. Сингенетичні сукцесії залежать від рослин та їх розмноження і не супроводжуються істотними змінами екологічної ситуації. На відміну від ендеоекогенетичних сукцесій, для розвитку яких потрібен сформований фітоценоз, сингенез може відбуватися на субстратах, позбавлених рослинного покриву. Незважаючи на те що ці два типи сукцесій різняться за своєю природою, вони здебільшого реалізуються паралельно, хоча і з деяким відставанням ендеоекогенезу [5]. Тривалість реалізації вказаних типів сукцесій є різною. Для син-

генезу властивим є порівняно короткий період — у межах десятиліть. Ендеоекогенетичні зміни зазвичай тривають набагато довше. З огляду на інтенсивність та характер змін рівня організації фітоценозів за заростання відвалоутворювальних порід, такі сукцесії потрібно класифікувати також як зміни розвитку [6]. За таких змін відбувається не кардинальна перебудова зрівноваженого стану системи, а поступовий його розвиток відповідно до змін еколого-ценотичної ситуації, що завершується формуванням термінального угруповання. Поряд із тим таке угруповання не слід розглядати як абсолютно стабільне, а лише як фазу розвитку фітоценозу.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили шляхом закладання експериментальних ділянок у межах Подорожненського кар'єра. За допомогою геоботанічних методів досліджень та шкали Друде встановлювали ясність переважаючих видів рослин та їх проективне покриття у відсотках [7].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У межах Подорожненського кар'єра відсутність рослинних зачатків у неогенових відкладах, які залягають на значних глибинах, а подекуди і в антропогенових

відкладах, унеможливорює розвиток на них рослинного покриву без проникнення діаспор із-за меж техногенного субстрату. Тому такі сукцесії охоплюють міграцію діаспор, закріплення рослин, формування і послідовні зміни фітоценозів.

Рослинні угруповання формуються насамперед поблизу основи пологих схилів навколо водойми. За загального 10–20%-го проективного покриття вони у місцях акумуляції діаспор можуть сягати 60%. Загалом, у складі піонерних угруповань на відвалах спостерігається значна кількість видів трав монокарпічного типу розмноження. До їх складу відносять однорічники — 76% та дворічники — 10%. Частка полікарпічних багаторічних трав становить менше ніж 14% від їх загальної кількості. Таке співвідношення свідчить про домінування на початкових етапах заростання видів монокарпічного типу біоморф, які не здатні до дезінтеграції і є вегетативно нерухомими (табл. 1).

Залежність генеративного розмноження трав від погодних умов за відсутності вегетативного розмноження зумовлює нестабільність і короткотривалість їх панування на відвалах суглинистих порід. Проникнення та інтенсивне освоєння первинного субстрату багаторічними видами, що поєднують насіннєвий та вегетативний способи розмноження, знаменує початок наступного етапу сукцесії — розвиток багаторічних екземплярів. Цьому сприяє зміна екологічної ситуації, що виражається в ослабленні ерозійних процесів, стабілізації гідрологічного режиму, нагромадженні біогенних елементів у субстраті. Типовим представником цього етапу сукцесії є мати́й-мачуха.

Упродовж 2–4 років цей вид поширюється на значній площі, не вкритій інертною породою відвалу. Завдяки цьому відбувається перехід від роздільного до складного зімкненого рослинного покриву та зміна однорічних бур'янових (руде-

Таблиця 1

**Видовий склад та структура рослинних угруповань піонерного етапу заростання
рекультивованих земель Подорожненського сірчаного кар'єра**

Найменування виду	Рясність за Друде	Проективне покриття, %
<i>Atriplex nitens</i> Schkuhr	Sol	+
<i>Barbarea vulgaris</i> R.Br.	Sol	+
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Sol	+
<i>Chenopodium album</i> L.	Sol	1
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	Sol	1
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Sol	
<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.	Sol	
<i>Erucastrum nasturtiifolium</i> (Poir.) O.E. Schulz	Sol	+
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	Sol	+
<i>Juncus bufonius</i> L.	Sol	1
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Sol	+
<i>Polygonum convolvulus</i> L.	Sol	+
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Sol	+
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	Sol	+
<i>Thlaspi arvense</i> L.	Sol	+
<i>Tussilago farfara</i> L.	Sp	

ральних) і ценофобних видів на зімкнене рослинне угруповання. У цей період чисельність популяції мати-й-мачухи становило близько 50% від кількості видів у рослинному угрупованні. Різке збільшення

проективного покриття у межах відвалу з 10–20 до 60–75%, а в мікропониженнях і до 100%, супроводжується поступовим зниженням різноманіття ценофобів та появою і розвитком нових видів (табл. 2).

Таблиця 2

Видовий склад та структура рослинного угруповання *Tussilago farfaretum* кореневищного типу заростання Подорожненського сірчаного кар'єра

Найменування виду	Рясність за Друде	Проективне покриття, %
<i>Tussilago farfara</i> L.	Cop	45–60
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	Sol	+
<i>Atriplex nitens</i> Schkuhr	Sol	+
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	Sol	+
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Sol	1
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Sol	+
<i>Chamaerion angustifolium</i> (L.) Holub	Sol	+
<i>Chenopodium album</i> L.	Sol	+
<i>Polygonum convolvulus</i> L.	Sol	+
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	Sol	+
<i>Chenopodium rubrum</i> L.	Sol	+
<i>Cirsium incanum</i> (S.G.Gmel.) Fisch.	Sol	1
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Sol	+
<i>Diploaxis muralis</i> (L.) DC.	Sol	+
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	Sol	+
<i>Epilobium obscurum</i> Schreb.	Sol	+
<i>Erigeron canadensis</i> L.	Sp	+
<i>Erucastrum nasturtiiifolium</i> (Poir.) O.E.Schulz	Sol	+
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	Sol	+
<i>Juncus bufonius</i> L.	Sol	1
<i>Juncus inflexus</i> L.	Sol	+
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	Sol	+
<i>Nonea pulla</i> (L.) DC.	Sol	+
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. Ex Steud.	Sol	+
<i>Puccinellia distans</i> (Jacq.) Parl.	Sol	+
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Sol	+
<i>Sonchus arvensis</i> L.	Sol	+
<i>Taraxacum officinale</i> Webb. Ex Wigg.	Sol	

Слід зауважити, внаслідок збільшення щільності покриву з його складу зникають типові рудерали, характерні для розріджених травостоїв. У покриві збільшується частка рослин, що характеризуються як ценотичні види: деревій звичайний, морква дика, нечуйвітер волохатенький, лядвенець рогатий, люцерна хмелеподібна, подорожник середній, гусячі лапки. З'являються види, що формують ценотичне ядро наступного етапу заростання, — дер-

нові злаки: костриця лучна, костриця несправжньоовеча, тонконіг лучний, тонконіг сплюснутий, пажитниця багаторічна. Подальшим етапом сукцесії рослинності є куничникова стадія розвитку, що також становить частину кореневищного типу заростання суглинистих та глинистих неродючих глин. У проективному покритті переважають багаторічні рослини — 68% від кількості описаних видів, у т.ч. вегетативно рухомих видів — 36% (табл. 3).

Таблиця 3

Видовий склад та структура рослинного угруповання *Calamagrostis varioherbosum* кореневищного типу заростання Подорожненського сірчаного кар'єра

Найменування виду	Рясність за Друде	Проективне покриття, %
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Cop	45–65
<i>Achillea submillefolium</i> Klok. Et Krytzka	Sol	+
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	Sol	
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Sol	
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Sp	+
<i>Betula pendula</i> Roth	Un	+
<i>Carex hirta</i> L.	Cop	41
<i>Centaurea jacea</i> L.	Sol	+
<i>Centaureum turcicum</i> (Velen.) Ronn.	Sol	+
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Sol	+
<i>Daucus carota</i> L.	Sol	+
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	Sol	+
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	Sol	+
<i>Epilobium obscurum</i> Schreb.	Sol	+
<i>Equisetum arvense</i> L.	Sol	+
<i>Erigeron acris</i> L.	Sol	+
<i>Hieracium pilosella</i> L.	Sol	+
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	Sp	
<i>Juncus bufonius</i> L.	Sol	1
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	Sol	+
<i>Lolium perenne</i> L.	Sol	+
<i>Lotus tauricus</i> Juz.	Sol	+
<i>Lycopus europaeus</i> L.	Sol	+
<i>Medicago lupulina</i> L.	Sol	+
<i>Myosotis palustris</i> (L.) L.	Sol	+

Закінчення таблиці 3

Найменування виду	Рясність за Друде	Проективне покриття, %
<i>Odontites vulgaris</i> Moench	Sol	+
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. Ex Steud.	Sol	+
<i>Plantago major</i> L.	Sol	+
<i>Plantago media</i> L.	Cop	3
<i>Poa pratensis</i> L.	Sol	+
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	Sol	+
<i>Ranunculus acris</i> L.	Cop	4
<i>Ranunculus sardous</i> Grantz	Sol	+
<i>Rumex crispus</i> L.	Sol	+
<i>Salix caprea</i> L.	Sol	+
<i>Salix cinerea</i> L.	Sol	+
<i>Senecio jacobaea</i> L.	Sol	+
<i>Sonchus arvensis</i> L.	Sol	+
<i>Taraxacum officinale</i> Webb. Ex Wigg.	Cop	1
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	Sol	+
<i>Trifolium repens</i> L.	Sp	-
<i>Tussilago farfara</i> L.	Cop	6

Наступний етап формування рослинності на рекультивованих відвалах кар'єра характеризується поступовим розширенням багаторічних рихлокущових злаків. Видовий склад значною мірою визначається як господарським впливом на відвали (випас худоби), так і станом рослинності на прилеглих до відвалу територіях.

Дерновий процес супроводжується ущільненням рослинного субстрату та посиленням конкурентної здатності дернових злаків у зімкнених травостоях. Різна інтенсивність надходження насіння рихлокущових злаків на площі відвалів зумовлює існування декількох варіантів сукцесії на дерновому етапі заростання. В одному переважає грястиця збірна, в іншому (наступні стадії) — вид відсутній взагалі (табл. 4).

ВИСНОВКИ

Формування рослинних угруповань у межах Подорожненського сірчаного кар'є-

ра має свої особливості — їх осередки з'являються біля основи пологих схилів навколо водойми внаслідок міграції діаспор із-за меж техногенного субстрату.

На початковому етапі у складі піонерних угруповань на відвалах домінують полікарпики з перевагою однорічників (близько 76%), а також дворічники (10) та незначна кількість полікарпічних багаторічників (близько 14%).

Різке збільшення проективного покриття ценофобів та зміна умов навколишнього природного середовища сприяє проникненню та захопленню пануючого положення на відвалах мати-й-мачухи (*Tussilago farfara* L.) і початку сукцесійної стадії *Tussilago farfaretum* тривалістю 8–14 років.

Встановлено, що в період з 10 до 14 років на стабілізованих відвалах відбувається поступове ущільнення покриття куничника наземного (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth) — до 45–60% та перехід до почат-

Таблиця 4

**Видовий склад та структура рослинного угруповання *Dactylotum glominosum*
кореневищного типу заростання Подорожненського сірчаного кар'єра**

Найменування виду	Рясність за Друде	Проективне покриття, %
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Cop	45–65
<i>Achillea submillefolium</i> Klok. et Krytzka	Sp	+
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Sp	1
<i>Betula pendula</i> Roth	Sp	+
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Cop	40–10
<i>Carex cinerea</i> Poll.	Sol	+
<i>Carex hirta</i> L.	Sol	+
<i>Centaurea jacea</i> L.	Sol	+
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Sol	+
<i>Daucus carota</i> L.	Sp	1
<i>Erigeron acris</i> L.	Sol	+
<i>Hieracium pilosella</i> L.	Sol	+
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	Cop	+
<i>Festuca pseudovina</i> Hack. Ex Wiesb.	Sp	-
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	Sol	+
<i>Leontodon danubialis</i> Jacq.	Sol	+
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	Sp	+
<i>Lotus tauricus</i> Juz.	Sp	+
<i>Medicago lupulina</i> L.	Sol	1
<i>Medicago sativa</i> L.	Sol	1
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	Sol	1
<i>Mentha arvensis</i> L.	Sol	+
<i>Odontites vulgaris</i> Moench	Sp	+
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Sp	1
<i>Plantago media</i> L.	Sol	1
<i>Poa compressa</i> L.	Sp	1
<i>Poa pratensis</i> L.	Sp	+
<i>Rumex crispus</i> L.	Sol	1
<i>Salix caprea</i> L.	Sol	+
<i>Salix cinerea</i> L.	Sol	+
<i>Senecio jacobaea</i> L.	Sol	+
<i>Stenactis annua</i> Nees	Sol	+
<i>Taraxacum officinale</i> Webb. Ex Wigg.	Sp	+
<i>Trifolium hybridum</i> L.	Sp	1
<i>Trifolium pratense</i> L.	Sol	+
<i>Trifolium repens</i> L.	Sp	1
<i>Tussilago farfara</i> L.	Sol	+

кової фази наступного етапу рослинної сукцесії — куничникової, як основи для поширення і зростання частки в рослинних

асоціаціях рихлокущових злаків, що зумовлює формування дернового етапу сукцесії у рослинному покриві.

ЛІТЕРАТУРА

1. Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов / О.Е. Марфенина. — М.: Медицина для всех, 2005. — 196 с.
2. Фаизова Л.И. Исследование микоризации сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на промышленных отвалах республики Башкортостан / Л.И. Фаизова, Г.А. Зайцев // Вестник Удмуртского университета. — 2011. — Вып. 2. — С. 79–82. — (Серия: Биология. Науки о земле).
3. Голов В.И. Баланс азота, цинка и олова в посевах сои на почвах Амурской области / В.И. Голов, М.Л. Бурдуковский // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ масличных культур. — 2012. — Вып. 2. — С. 151–152.
4. Определитель высших растений Украины. — К.: Наук., думка, 1987. — 546 с.
5. Kabir Z. Tillage or no-tillage: Impact on mycorrhizae / Z. Kabir // Canadian journal plant science. — 2005. — No. 85. — P. 23–29.
6. База данных «Флора сосудистых растений Центральной России» [Электронный ресурс] / Л.Г. Ханина, Л.Б. Заугольнова, О.В. Смирнова и др. — Режим доступа: <http://www.jcbi.ru/ecol>
7. Александрова В.Д. Изучение смен растительного покрова / В.Д. Александрова // Полевая геоботаника. — М.; Л.: Наука, 1964. — Т. 3. — С. 300–447.

REFERENCES

1. Marfenina O.E. (2005). *Antropogennaya ekologiya pochvennykh gribov* [Anthropogenic ecology of soil fungi]. Moscow: Meditsina dlya vsekh Publ., 196 p. (in Russian).
2. Faizova L.I., Zaitsev G.A. (2011). *Issledovaniye mikorizatsii sosny obyknovennoy (Pinus sylvestris L.) na promyshlennykh otvalakh respubliky* [Bashkortostan Research of mycorrhiza of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on industrial dumps of the Republic of Bashkortostan]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta* [Bulletin of the Udmurt University], Series: Biology, Earth Sciences, Vol. 2, pp. 79–82 (in Russian).
3. Golov V.I., Burdukovsky M.L. (2012). *Balans azota, tsinka i olova v posevakh soi na pochvakh Amurskoy oblasti* [Balance of nitrogen, zinc and tin in soybean crops on the soils of the Amur Region]. *Maslichnyye kul'tury. Nauchno-tehnicheskyy byulleten' Vserossiyskogo NII maslichnykh kul'tur* [Oilseeds. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds]. Vol. 2, pp. 151–152 (in Russian).
4. *Opredelitel' vysshikh rasteniy Ukrainy* [The determinant of higher plants of Ukraine]. Kyiv: Nauk. Dumka Publ., 1987, 546 p. (in Russian).
5. Kabir Z. (2005). Tillage or no-tillage: Impact on mycorrhizae. *Canadian journal plant science*, No. 85, pp. 23–29 (in English).
6. Khanina L.G., Zagornolova L.B., Smirnova O.V., Shovkun M.M., Glukhova E.M. Database. *Baza dannykh «Flora sosudistyykh rasteniy Tsentral'noy Rossii»* [Flora of Vascular Plants in Central Russia]. Available at: <http://www.jcbi.ru/ecol> (in Russian).
7. Alexandrova V.D. (1964). *Izucheniye smen rastitel'nogo pokrova* [Study of changes in vegetation cover]. *Polevaya geobotanika* [Field geobotany]. Moscow, Leningrad: Nauka Publ., Vol. 3, pp. 300–447 (in Russian).

TOXICITY OF UNFERMENTED WASTE RESIDUE OBTAINED IN MICROBIAL DESTRUCTION OF ORGANIC WASTE

O. Bielikova, N. Matvieieva, O. Tashyrev

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

*Проведено оцінку токсичності для рослин незбродженого залишку, отриманого після мікробної ферментації в горизонтальному ферментері змішаних харчових відходів. Було використано три типи субстрату: ґрунт (позитивний контроль), пісок (негативний контроль) та експериментальний субстрат, що складався з незбродженого залишку і піску в об'ємному співвідношенні 6:1 (8 г залишку на 1 кг піску). Ріст рослин *Raphanus sativus* і *Lathyrus latifolius* оцінювали за енергією проростання насіння. Встановлено, що змішаний субстрат є токсичним для рослин, оскільки насіння не проростало. Енергія проростання насіння *R. sativus* та *L. latifolius* у ґрунті становить 90 і 50%, у піску — 50 і 20% відповідно. Наявність незбродженого залишку в експериментальному субстраті спричинило повне пригнічення росту рослин.*

Ключові слова: харчові відходи, проростання насіння, токсичність, мікроорганізми.

Global pollution of the environment as a result of urbanization and the rapid development of industry in the 20 th century became one of the factor which threatens human life and health. Food wastes products, processing industry wastes obtained in technological juices, chips and other production are environmentally dangerous garbage. It is dangerous for people and nature and require utilization or wastes burial. Fermentation of using microorganisms is one of the ways for utilization of food wastes. It is known that microbial destruction of organic wastes could be accompanied by synthesis of molecular hydrogen. This is the base for the development of new technologies for fuel production from environmentally hazardous wastes [1–3].

Fatty acids, mercaptans, hydrogen sulfide generated in dumps during slow uncontrolled fermentation of wastes are toxic compounds. In the same time mixed food waste (MFW) is a promising substrate for microbial synthesis of molecular hydrogen. It consists of components belonging to the major classes of organic compounds (carbohydrates, proteins, etc.). These natural components can be destructed by microorganisms.

The lack of effective technologies for MFW utilization is the main reason for the

accumulation of great amounts of organic wastes. The use of microorganisms for the fermentation of organic compounds associated with molecular hydrogen synthesis can simultaneously solve the problem of food wastes accumulation and reduces the cost of this biotechnology application [4, 5].

However, unfermented solid waste residues remain even after using of the effective microbial degradation process. These lignin-cellulose residues obtained in biohydrogen and methane producing technologies are not available for the bacteria. It must be disposed or should be used to produce organic fertilizers. For example, worms' composting technology can be used for biohumus production from the biodegradable wastes [6–8].

Untreated wastes contain microorganisms and their metabolic products, including compounds inhibited plant growth. This inhibitory effect is manifested in reducing of seeds germination, slowness of plant growth and root formation. Therefore, it is important to estimate the toxicity of unfermented plant residues produced in the process of microbial destruction of MFW.

In this study we evaluated the toxicity of dry unfermented residues obtained after the fermentation of mixed food wastes in a horizontal bioreactor.

MATERIALS AND RESEARCH METHODS

The dry residues were obtained by fermentation of MFW in the horizontal fermenter. In this experiment for evaluation the dry unfermented residues toxicity for the plants we used such types of substrates:

- soil (universal substrate for vegetables and flowers, production «Agrosvit») as a «positive control» substrate;
- sand as a «negative control» substrate;
- «experimental» substrate consisted of sand and MFWR in volume ratio 6/1 (8 g MFWR per 1 kg of sand).

The pH of the soil was determined by bromthymolblau indicator (BTB 0.01%) using standard BTB pH scale.

Seeds of *Raphanus sativus* and *Lathyrus latifolius* were cultivated in soil, sand and experimental substrates for nine days at the temperature of +20°C. Experiments were performed in triplicate. We characterized plant growth by the energy of seed germination.

Microbiological soil composition was evaluated before sowing seeds and in 10 days after germination by the number of colony forming units (CFU) of chemoorganotrophic and nitrogen-fixing microorganisms. For this purpose, tenfold dilution was prepared. The dilutions in volume 0.1 ml were plated on Nutrient agar media in Petri dishes. Meat-peptone solidified HiMedia medium and Ashby medium were used to count chemoorganotrophic and nitrogen-fixing microorganisms. The number of colonies was determined on the third day of growth at +28°C.

RESULTS AND DISCUSSION

It is known that BTB is an indicator which colour depends on the pH in the range between 5.8 and 8.0. This allowed us to determine the pH of the used substrates quickly and reliably. Some differences were shown by pH analysis of three studied substrates. The pH of soil was more acidic than the sand one and the experimental substrate — 6.6–6.8, 7.4–7.8 and 7.4–7.6 respectively. Thus, the addition of MFWR to sand did not affect significantly on the pH value.

The mixed substrate that contained unfermented residues was found to be toxic for the

plants. Seedlings were not formed even after 10 days of such cultivation conditions, while in control substrates the first shoots were observed in 3 days after seeds sowing. Germination energy of seeds of *Raphanus sativus* and *Lathyrus latifolius* planting in the soil was 90% and 50%, in the sand — 50% and 20% respectively. Thus, addition of unfermented residues in experimental substrate resulted in complete inhibition of growth.

There are two possible reasons of the inhibition of plants growth in the mixed substrate. Firstly, it is the presence of toxic compounds which can inhibit the growth of plants. Secondly, it is the presence of large amounts of microorganisms that negatively affect plants growth and lead to seeds death.

The CFU of heterotrophic and nitrogen-fixing microorganisms were analyzed in studied substrates. The amount of nitrogen-fixing and heterotrophic microorganisms in the soil and experimental substrate was higher than in the sand. Thus, the CFU of heterotrophic microorganisms was 1.04×10^8 , 1.64×10^8 and 7.2×10^6 , respectively, in soil, experimental substrate and sand. The greatest number of nitrogen-fixing microorganisms was found in a mixed substrate, CFU = 2.8×10^7 , and the smallest — in the sandy substrate — 9.2×10^6 . The number of heterotrophic microorganisms in the experimental substrate was in 1.57 times higher than in the soil, and in 14 times more than in the sand without the addition of wastes. The amount of nitrogen-fixing microorganisms in the waste mixture with sand was 1.5 times higher than in the soil substrate, and 100 times higher than in the sand. These data indicated a significant increase of heterotrophic and nitrogen-fixing microorganism content in the experimental substrate.

Experimental substrate was characterized not only by higher CFU value, but also by larger variety of heterotrophic microorganisms compared to other substrates. In particular, four morphotypes of heterotrophic microorganisms were identified both in soil and sand substrates and six morphotypes of microorganisms were identified in the mixed substrate. At the same time, the variety of mic-

roorganisms in this substrate was less than in soil and sand (only two morphotypes), while the number of nitrogen-fixing microorganisms was greater compared to other substrates. The obtained data demonstrated a great amount of CFU of heterotrophic and nitrogen-fixing microorganisms in mixed substrate. It may be one of the causes of complete inhibition of germination of plant seeds.

CONCLUSIONS

Thus, dry residues obtained after fermentation of mixed food wastes, had a toxic effect

on the plants growth, which was resulted in complete inhibition of germination. This effect did not depend on the plant species. The number of germinated seeds in the soil was 1.8–2.5 times higher than in the sand. It was natural because the nutritional value of the soil (composition, the amount of organic and inorganic compounds) was higher than the nutritional value of sand. The greater number of heterotrophic microorganisms in the experimental substrate (1.57 times) in comparison with microorganism's number in soil may be the reason of seeds germination inhibition.

REFERENCES

1. Tashyreva A. The novel comprehensive approach for non-food agricultural and landfill biomass microbial fermentation and biogas production / A. Tashyreva, O. Tashyrev, I. Prytula // *Biotechnology and Plant Breeding Perspectives*; Eds. R.K. Behl and Edward Arseniuk. — Agrobios (International) Publishers. — 2014. — P. 347–356.
2. Hydrogen Production by the Thermophilic Bacterium *Thermotoga neapolitana* / N. Pradhan, L. Dipasquale, Giuliana d'Ippolito et al. // *Int. J. Mol. Sci.* — 2015. — Vol. 16. — P. 12578–12600.
3. Biohydrogen production from biomass and industrial wastes by dark fermentation / M.-L. Chong, V. Sabaratnam, Y. Shirai, M.A. Hassan // *Int. J. of Hydrogen Energy*. — 2009. — Vol. 34. — P. 3277–3287.
4. Das D. Advances in biological hydrogen production processes / D. Das, T. N. Veziroglu // *Int. J. Hydrog. Energy*. — 2008. — Vol. 33. — P. 6046–6057.
5. Das D. Hydrogen production by biological processes: a survey of literature / D. Das, T. N. Veziroglu // *Int. J. Hydrog. Energy*. — 2001. — Vol. 26. — P. 13–28.
6. Suteu D. Biohumus production by worms' composting of some food wastes / D. Suteu, C. Zaharia, M. Badeanu // *Scientific Study & Res. Chem. & Chem. Eng., Biotechnol., Food Industry*. — 2012. — Vol. 13, No. 2. — P. 169–176.
7. Suteu D. Valorisation of biodegradable waste using worm's cropping / D. Suteu, M. Badeanu, C. Zaharia // *Lucrari Stiintifice*. — 2009. — Vol. 52. — P. 1173–1178. — (Series: Horticultura).
8. Manukovsky N.S. Two-stage biohumus production from inedible potato biomass / N.S. Manukovsky, V.S. Kovalev, I.V. Gribovskaya // *Bioresour Technol.* — 2001. — Vol. 78, No. 3. — P. 273–275.

REFERENCES

1. Tashyreva A., Tashyrev O., Prytula I.; Eds., R.K. Behl and Edward Arseniuk (2014). The novel comprehensive approach for non-food agricultural and landfill biomass microbial fermentation and biogas production. *Biotechnology and Plant Breeding Perspectives*, Agrobios (International) Publ., ISBN: 978-93-81191-01-9, pp. 347–356 (*in English*).
2. Pradhan N., Dipasquale L., Giuliana d'Ippolito et al. (2015). Hydrogen Production by the Thermophilic Bacterium *Thermotoga neapolitana*. *Int. J. Mol. Sci.*, Vol. 16, pp. 12578–12600 (*in English*).
3. Chong M.-L., Sabaratnam V., Shirai Y., Hassan M.A. (2009). Biohydrogen production from biomass and industrial wastes by dark fermentation. *Int. J. of Hydrogen Energy*, Vol. 34, pp. 3277–3287 (*in English*).
4. Das D., Veziroglu T.N. (2008). Advances in biological hydrogen production processes. *Int. J. Hydrog. Energy*, Vol. 33, pp. 6046–6057 (*in English*).
5. Das D., Veziroglu T.N. (2001). Hydrogen production by biological processes: a survey of literature. *Int. J. Hydrog. Energy*, Vol. 26, pp. 13–28 (*in English*).
6. Suteu D., Zaharia C., Badeanu M. (2012). Biohumus production by worms' composting of some food wastes. *Scientific Study & Res. Chem. & Chem. Eng., Biotechnol., Food Industry*, Vol. 13, No. 2, pp. 169–176 (*in English*).
7. Suteu D., Badeanu M., Zaharia C. (2009). Valorisation of biodegradable waste using worm's cropping. *Lucrari Stiintifice, series: Horticultura*, Vol. 52, pp. 1173–1178 (*in English*).
8. Manukovsky N.S., Kovalev V.S., Gribovskaya I.V. (2001). Two-stage biohumus production from inedible potato biomass. *Bioresour Technol.*, Vol. 78, No. 3, pp. 273–275 (*in English*).

GENERAL METHOD OF BACTERIA, THEIR PHAGES AND OTHER PATHOGENS DETECTION IN FUNGI AND PLANTS

A. Boiko¹, Ya. Chabaniuk², O. Boiko³, A. Orlovskiy²,
O. Melnychuk², V. Tsvihun²

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

² Інститут агроекології і природокористування НААН

³ Національний університет біоресурсів і природокористування України

Проаналізовано рослинні об'єкти та їстівні і лікарські гриби методом електронно-мікроскопічних досліджень на ураження бактеріями, їх фагами, вірусами, мікроскопічними грибами. Основою методичної розробки є контрастування збудників хвороб безпосередньо у підготовленій комірці на плодових тілах грибів базидіоміцетів та рослинному матеріалі (клена, груші, бураку столового, опунції). Метод надає можливість виявити патогени різних таксономічних груп в умовах латентної інфекції та простежити за процесом патології на досліджуваних об'єктах.

Ключові слова: бактерії, фаги, фітовіруси, гриби, рослини, електронна мікроскопія, солі важких металів, екологічна ніша.

During the current period of unbalanced environmental conditions highly topical are the processes of selection, diagnosis and prevention of different taxonomic groups of pathogens, which affect the edible and medicinal fungi, plants and other organisms [1]. It should be noted that these technological processes require significant multiple expenses [2]. Furthermore, the selection of disease pathogens based on many biological and physical methods frequently motivates researchers to interpret the size of pathogens, their morphological and structural features in different ways. Such methodical processes cause considerable changes in viruses, bacteria and microscopic fungi structures, which lose their natural activity appropriate to these biological objects [3]. Nowadays, there is a number of traditional and modern methods used for isolation and identification of disease pathogens such as immunologic tests, PCR, electron microscopy of various purpose (transmissive, scanning, atomic-power), electrophoresis of proteins and nucleic acids

(RNA and DNA), technological processes of selection and investigation of bacterial viruses, usage of nutrient media [4, 5].

All the methods, as it is known, require primary screening of objects affection by pathogens of different nature and such methodical approach should provide an opportunity to determine latent infection, morphological characteristics of pathogens, their place of localization, circulation in the appropriate organic plants, fungi and other organisms. The aim of our research was to adapt express method for possible diagnosis of pathogens in different types of plants and fungi in conditions of mixed infection.

Proposed method of detecting pathogens allows using prolonged processes in experiments in order to study molecular and biological properties of disease pathogens of various biological objects.

RESEARCH MATERIALS AND METHODS

Forest champignon (*agaricus sievaticus*), double-spore champignon (*agaricus bisporus*); oyster fungus (*pleurotus ostreatus*); different types of prickly pear of the family

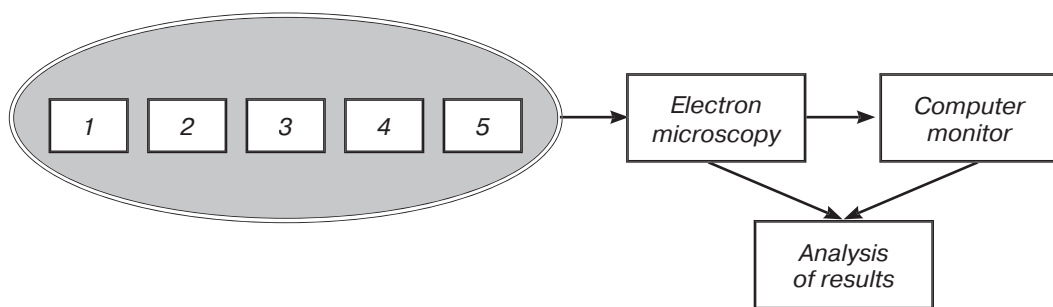
Coctaceae (botanical gardens of Ukraine); commercial varieties of pears (fruit) of varieties «Parizhanka»; branches of different layers of Norway maple (*Acer platanoides*); root vegetables (uterine landings) of table beet of «Delikatesnyi» varieties were used in the experiments. The latter one was involved into specialized experiments under the following conditions: soaking of its root crops, processing after vegetation and seeds before sowing in 0.1% concentration of some variants of working breeding by stimulator of plant growth and development of bio-composition «Bioekofunhe 1» (developers of the Department of physiology, biochemistry and bioenergy of NULES). At the same beet roots (mother plantation) were soaked with following exposition of 60 minutes, vegetating plants in regular intervals were treated with a preparation twice (interval between spraying within 10 days), seeds before sowing were soaked for 90 minutes. All variants of experiments were carried out in 3 repetitions. Unprocessed plants, which were cultivated without using a stimulator, served as control. This express method of identifying pathogens was applied based on analyzes of root crops of mother plantation and commercial root crops. The point of technique was the dynamics of technological process based on the contrasting of biological objects in lighted juice, which appeared at the bottom of before

prepared unit (4–5 mm). Thus phosphotungstic acid or uranyl acetate were kept in a substrate unit during 1.5–2.5 minutes following by catching grid and composite fluid with one-time movement of tweezers and dried it in a sterile Petri dishes on filter paper. After drying (30–45 minutes) the preparation was investigated in electronic transmissive microscope under conditions of instrumental increasing in 15–45 thousand times (EM-125 microscope; JEM-1400) (Fig.).

We express a sincere gratitude to the sanitary microbiology laboratory staff of the D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of NAS of Ukraine.

RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

Approbation of express methods and analysis of research results provide an opportunity to note that the proposed and worked out process of identifying pathogens in different types of biological objects is a reliable way to diagnose disease pathogens at the mixed infections that often affects plants and fungi in the ecological niches latently. In addition, the proposed method allows determining the dynamics of their infection development, to get morphological and structural parameters of pathogens that are reviewed in the visual field while maintaining their nativeness that is essential for taxonomic determining of pathogens. It should be noted that bacteria



Schematic process of detection and diagnostics of pathogens:

1. Sample of pears
2. Sample of maple
3. Sample of fungi basidiomycetes
4. Sample of table beet
5. Sample of oyster fungi

and their phages, baculiform and rhabdoviruses, some fragments of microscopic fungi are the most often clearly identified when viewing 10–20 fields of preparation. Thus a pear (fruit) had the highest percentage of *Erwinia* bacteria (32%) and their phages, maple was contaminated according to the following observations by penicillamine for 4.0% and for 3.0% by rod-shaped particles (TMV). The results of previous researches about lesions of bisporus champignon by pseudomonads bacteria (25%) and at the same time phage adsorption was marked on bacterial surface are confirmed. In this type of fungi also rhabdoparticles and viruses (*Totiviride*), which have cubic type of symmetry, were observed. These pathogens were visualized on the microscope screen of fungi that were grown in a transformed environment. It is noticed that forest fungus (natural ecosystems) was a «carrier» of unidentified structures of various sizes of spherical and oblong shape. In oyster fungus under different conditions of its cultivation, penicillium, fusariose 11% was detected as well as spherical virus.

It is important that express method allows to control the quality of table beet roots that were grown for different purposes (uterine landings, commercial table beets). In the spe-

cialized experiment were different variants: control, soaking of seed roots, processing of vegetating plants by the stimulator of growth and development — «Bioekofunhe-1» — 0.1% working solution. After processing in all variants was significantly decreased the presence of the pathogens of various taxonomic groups in roots. In the variant after roots soaking in a preparation the development of pathogens was blocked up by 65–82%. Thus seed plants (landings) develop activity with higher effectiveness level.

It should be noted that proposed method can be applied to the assessment of selection and genetic material of plants and with appropriate modifications for control agar medium in Petri dishes when determining microflora of various diseases in medical and biological scientific institutions.

CONCLUSIONS

1. The proposed express method allows detecting disease pathogens of various types of organisms under conditions of mixed infection and latent period of the disease.
2. The developed methodology can be used in scientific and production laboratories of AIC and other specialized multi-profile institutions.

ЛІТЕРАТУРА

1. Атабеков И.Г. Практикум по вирусологии / И.Г. Атабеков. — М.: Изд-во Московского университета, 1981. — 190 с.
2. Бойко О.А. Морфологія та структурні особливості патогенів *Basidiomycetes* / О.А. Бойко, Т.П. Шевченко, А.Л. Бойко // Мікробіологічний журнал. — 2013. — Т. 76, № 3. — С. 50–61.
3. Monitoring of some phytoviral infections in the Ukraine / V. Polischuk, A. Boyko, D. Spaar et al.

/ Arch. Phytopath. Pflanz. — 1998. — Vol. 31. — P. 459–464.

4. Бойко А.Л. Рослини родини *Cactaceae* в ботанічних садах України / А.А. Бойко, Т.М. Сахно, О.Г. Коваленко / Мікробіол. журн. — 1972. — Вип. 34.4. — С. 523–525.
5. Билай В. Микроорганизмы — возбудители болезней растений / В. Билай; под. ред. чл.-кор. АН УССР В.И. Билай. — К.: Наукова думка, 1988. — 550 с.

REFERENCES

1. Atabek I.G. (1981). *Praktykum po virologii* [Workshop on virology]. Moscow: Moscow University Publ., 190 p. (in Russia).
2. Boyko O.A., Shevchenko T.P., Boyko A.L. (2013). *Morfologiya ta strukturi osoblyvosti patoheniiv Basidiomycetes* [The morphology and structural features of pathogens Basidiomycetes]. *Mikrobiologichnyi zhurnal* [Mikrobiologichnyi Zhurnal], Vol. 76, No. 3, pp. 50–61 (in Ukrainian).
3. Polischuk V., Boyko A., Spaar D., Budzanivska I., Boubriak O., Tyvanchuk T. (1998). Monitoring of some phytoviral infections in the Ukraine. Arch.

Phytopath. Pflanz., Vol. 31, pp. 459–464 (in English).

4. Boyko A.L., Sakhno T.N., Kovalenko O.H. (1972). *Roslyny rodyny Cactaceae v botanichnykh sadakh Ukrayiny* [Family Cactaceae plants in botanical gardens Ukraine]. *Mikrobiologichnyi zhurnal* [Mikrobiologichnyi Zhurnal], Vol. 34.4, pp. 523–525 (in Ukrainian).
5. Bill W. (1988). *Mykroorhanyzmy — vzbudytelybolezney rastenyi* [Mykroorhanyzm — vzbudytelybolezney plants]. Kyiv: Naukova dumka Publ., 550 p. (in Ukrainian).

КОНЦЕПТУАЛЬНІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Е.О. Аристархова

Інститут агроекології і природокористування НААН

Обґрунтовано доцільність удосконалення системи екологічного моніторингу вод (гідро-екомоніторингу). На основі порівняльного аналізу «управлінської» концепції Р.Е. Манна, розвинутої у працях І.П. Герасимова, та «прогностичної» концепції Ю.А. Ізраєля визначено оптимальну формулу моніторингу довкілля «спостереження — контроль — управління». Продемонстровано переваги вказаної формули за проведення моніторингових досліджень вод, що підтверджується багатьма науковими працями, розробками та положеннями, у т.ч. Водною стратегією України на період до 2025 р. Обґрунтовано концептуальний підхід до системи гідроекологічного моніторингу поверхневих джерел водопостачання, сутність якого полягає у швидкому та надійному виявленні нагальних проблем кожної водоїми, аналізі їх причин і наслідків та впровадженні заходів з поліпшення якості вод. Запропоновано шляхи удосконалення системи екологічного моніторингу вод поверхневих джерел водопостачання завдяки підвищенню чутливості методів біомоніторингу та використання автоматизованих засобів досліджень.

Ключові слова: «управлінська» і «прогностична» концепції, поверхневі джерела водопостачання, удосконалення системи екологічного моніторингу вод.

Унаслідок значного погіршення останніми десятиліттями стану водного середовища, здатного акумулювати в собі не тільки забруднювальні речовини, що потрапляють безпосередньо у воду, але й ті, що надходять з атмосферного повітря та просочуються з ґрунту, удосконалення системи екологічного моніторингу вод, є особливо актуальним. Ще у 90-х роках минулого століття територію нашої країни за висновками ООН було оголошено «зоною екологічного лиха». Проблема незадовільного стану водних об'єктів досі залишається нерозв'язаною для всіх водних басейнів України. Вода більшості контрольних створів характеризується як помірно забруднена та забруднена (Запольський, Шумигай, 2015).

Нині в Україні не тільки немає поверхневих водоїв, які можна віднести до першої категорії з чистою водою, але й існують настільки забруднені, що втратили

здатність до самоочищення (Jakob, Reichmann, 2013; Kienel, Kirillin, Запольський, Шумигай, 2015; Brademann et al., 2015). Насамперед це стосується зарегульованих водних об'єктів, призначених для питного водопостачання. Тому моніторингові дослідження таких водоїв повинні бути достатньо дієвими щодо термінового вжиття заходів із запобігання виникненню екологічних проблем та з їх розв'язання. З огляду на це, для підвищення ефективності системи екологічного моніторингу на водоканалах та очисних станціях України доцільно переглянути основну концепцію та чинні методи його проведення.

Мета роботи — теоретично обґрунтувати доцільність удосконалення системи екологічного моніторингу вод поверхневих джерел питного водопостачання.

Вперше поняття екологічного моніторингу було запропоновано у 1971 р. канадським вченим Р.Е. Манном, який тоді виконував обов'язки експерта комісії Наукового комітету з проблем довкілля під час

підготовки до I Міжнародної конференції ООН з навколишнього природного середовища у Стокгольмі. Термін «моніторинг навколишнього природного середовища» був прийнятий як доповнення до поняття «контроль» і використовувався «...для позначення системи повторних спостережень за одним чи кількома елементами довкілля у просторі і часі з певними цілями і відповідно до заздалегідь підготовленої програми» (Munn, 1973). На Стокгольмській конференції було прийнято декларацію з охорони довкілля та управління його станом, а також розроблено рекомендації щодо створення Глобальної системи моніторингу навколишнього середовища (Global Environmental Monitoring Systems – GEMS).

Ідеї Р.Е. Манна та декларацію конференції ООН підтримали тоді і продовжують підтримувати вчені з багатьох країн світу (Вронський, 1996; Фейерклаф, 1977; Bolte, 2007; Погребенник, Мельник, Бойчук, 2005). У колишньому Радянському Союзі концепція отримала розвиток у працях низки вчених (Федоров, 1975; Єпішин, 1982; Ніканоров, Циркунов, 1989 та ін.). Найбільш оригінальний та обґрунтований варіант концепції моніторингу довкілля запропонував академік І.П. Герасимов (1975), який вважав, що основні складові екологічного моніторингу: спостереження, контроль і управління навколишнім середовищем повинні бути цілеспрямованими, взаємопов'язаними та ефективними (повноцінними). У подальшому концепція розглядалась як «управлінська» і була націлена на виявлення екологічної небезпеки та проведення контролю з метою запобігання її виникненню чи ліквідації, а також на створення системи екологічно доцільного господарства, на міжнародну співпрацю тощо. Прихильники цієї концепції досі наповняють на необхідності обов'язкового включення до складу екологічного моніторингу ланки «управління» (Водна стратегія України, 2015; Клименко, 2015; River watch, 2015).

Крім того, І.П. Герасимов запропонував розглядати систему екологічного моніторингу як триступеневу ієрархічну драби-

ну з огляду на те, що його слід проводити у різних масштабах, зокрема у глобальному: на 1-ій сходинці – біоекологічний (санітарно-гігієнічний), що ґрунтується на використанні нормативних показників – ГДК, ГДД, ГДР, ТПК тощо; на 2-ій – геоекологічний моніторинг (природно-господарський), що передбачає спостереження за станом природних екосистем і перетворенням їх у природно-технічні; на 3-ій – біосферний (глобальний) моніторинг, що враховує глобальні параметри довкілля з метою оцінки їх впливу на екологічні та екосоціосистеми. Кожен із вказаних типів екологічного моніторингу повинен містити у собі складові, що є властивими для комплексної екомоніторингової системи, у т.ч. керування довкіллям як найважливіший аспект.

Такий поділ екологічного моніторингу на три типи залишається актуальним і на сьогодні, лише з постійним уточненням відповідно до введених інновацій та оновленого інструментарію й обладнання (Погребенник, Мельник, Бойчук, 2005, Водна стратегія України, 2015; Клименко, 2015). Так, під час спостереження за різними компонентами біосфери з успіхом використовуються спеціальні супутники, навігаційні системи, розробляються комп'ютерні автоматизовані програми, створюються електронні бази даних тощо.

Поряд із з «управлінською» концепцією екологічного моніторингу Р.Е. Манна та І.П. Герасимова академіком Ю.А. Израелем була розроблена альтернативна концепція, що користувалась значною популярністю у колишньому СРСР і залишилась у спадок Україні. В ній було розвинено натуралістичний, або природно-науковий підхід. Концепція мала кілька фундаментальних положень, серед яких особлива увага приділялась фіксації антропогенних змін навколишнього природного середовища. Вчений наголошував, що моніторингом правильніше називати систему спостережень, завдяки яким можливо виокремити зміни стану біосфери під впливом діяльності людини (Погребенник, Мельник, Бойчук, 2005; Израэль, 1974). Основним блоком

цієї системи було «спостереження — оцінка — прогноз стану природного середовища». Тобто фактично проведення моніторингових досліджень «призупинялось» на етапі прогнозування, а процес управління взагалі відкидався, оскільки автор концепції вважав, що керувати станом довкілля доцільно поза межами системи екологічного моніторингу, тобто моніторинг включає у себе спостереження, оцінку та прогноз стану природного середовища і не потребує управління якістю довкілля і діяльністю людини (Вронский, 1996; Израэль, 1974). За аналогією до «управлінської» концепції, її можна назвати «прогностичною».

Безумовно, у розробку концепції екологічного моніторингу академік Ю.А. Израель зробив значний внесок, зокрема у вирішення питань негативного антропогенного впливу на навколишнє природне середовище, визначення зворотної реакції екосистем на ті зміни, що відбуваються внаслідок техногенних забруднень, сільськогосподарського використання земель, вирубування лісів, урбанізації тощо. Проте він розглядав екологічний моніторинг лише як звичайне спостереження, подібне до гідрологічного або метеорологічного, а також як підсистему системи моніторингу біосфери (Погребенник, Мельник, Бойчук, 2005; Израэль, 1974). У подальшому такий підхід себе абсолютно не виправдав. Незважаючи на певні недоліки та невідповідності міжнародним стандартам, у системі Держкомгідромету, яка тоді відповідала за проведення екологічних досліджень, концепцію Ю.А. Израеля було прийнято як провідну.

Останнім часом дослідники, порівнюючи існуючі концепції, притримуються думки, що ефективність моніторингу, не націленого на управління, не може бути високою. Це підтверджено також низькою якістю довкілля в країнах, що знехтували управлінським аспектом у системі моніторингових досліджень (Вронский, 1996; Погребенник, Мельник, Бойчук, 2005). І хоча подібний моніторинг, на думку Погребенника, Мельника, Бойчука (2005), важко назвати екологічним, нині серед вчених трапляються прихильники обох

концепцій (Погребенник, Мельник, Бойчук, 2005; Запольський, Войцицький, Пількевич та ін., 2012). Крім того, буває і так, що науковці повністю підтримують «управлінську» концепцію, однак визначення екологічного моніторингу наводять за Ю.А. Израелем.

Поряд із тим теоретичні розробки останніх років та низка досліджень у галузі екологічного моніторингу переконливо свідчать на користь концепції, запропонованої Р.Е. Манном та І.П. Герасимовим. Принципи цієї концепції були використані під час написання багатьох фундаментальних праць та розроблення підходів, що відображають наукові основи екологічного моніторингу (Погребенник, Мельник, Бойчук, 2005; Водна стратегія України, 2015; Клименко, 2015; Запольський, Войцицький, Пількевич та ін., 2012; Söderbaum, 2009).

Секретаріат ООН з навколишнього середовища, використовуючи роботи Р.Е. Манна, видав у 1986 р. «Довідник з екологічного моніторингу», що містив низку методик і програм проведення моніторингу довкілля. Особливу увагу у довіднику було приділено дистанційним аерокосмічним засобам моніторингових досліджень (Munn, 1988; Погребенник, Мельник, Бойчук, 2005).

Керуючись розробленими методиками, ООН через свою Програму з навколишнього середовища (ЮНЕП) субсидував проект «Моніторинг довкілля», що проводився Дослідницьким центром з моніторингу і оцінки Лондонського університету і який сприяв розробці інших подібних проектів (Фейерклаф, 1977; Погребенник, Мельник, Бойчук, 2005). Нині у Великобританії моніторинг довкілля інформаційно забезпечується системою DESNET, що є мережею отримання даних з визначення стану навколишнього природного середовища. Системою було створено для досягнення відповідних організаційно-управлінських та дослідних цілей (Погребенник, Мельник, Бойчук, 2005).

Моніторинг як метод управління світовою екологічною ситуацією активно використовує також Інститут всесвітнього спостереження (World Watch Institute). Кожна

з екологічних проблем, що розробляється співробітниками інституту, має природничо-науковий, економічний, соціальний, національний та політичний аспекти (Погребенник, Мельник, Бойчук, 2005).

Розгортаючи програми моніторингу, розвинені країни спираються на рекомендації ООН, вироблені спільні рішення у межах міжнародних і регіональних організацій. Так, список комерційних хімічних речовин у країнах Європи включає близько 100 тис. найменувань, декілька тисяч з яких трапляються у річкових басейнах. Однак моніторинговим дослідженням у найважливіших європейських водних екосистемах піддаються лише 30–40 хімічних сполук (Сніжко, 2001). Найбільш сумнівні з них було внесено до так званого «чорного списку», що об'єднує вісім особливо небезпечних речовин. «Сирій список», тобто набір токсикантів, що не мають регіонального значення, кожна держава затверджує самостійно (Сніжко, 2001; Погребенник, Мельник, Бойчук, 2005).

Аналізуючи характерні риси системи екологічного моніторингу, В.Д. Погребенник, М.М. Мельник, М. Бойчук (2005) наголошують, що останній має забезпечувати ефективність відомих та розроблення нових засобів боротьби із забрудненням, раннє сповіщення про невідомі раніше особливості та форми забруднень, вказувати на альтернативи в управлінні екосистемами. За допомогою моніторингу необхідно визначити проблему, що виникла, оцінити її можливу небезпеку для людини і довкілля, а також своєчасно попередити тих, хто приймає рішення для вироблення подальших дій у вигляді дослідницьких програм і програм практичного моніторингу. Як приклад, науковці наводять чинну систему моніторингу природних вод у Швеції, що розв'язує вісім проблем визначення якості води:

1. Внесення речовин ріками у прибережні моря.
2. Навантаження хімічними речовинами деяких великих озер Швеції.
3. Якість води деяких великих озер.
4. Закисленість ґрунтів під впливом закислених поверхневих вод.

5. Якість води в інтегрованих сферах дослідження.

6. Озера, що зазнали вапнування.

7. Якість води в національних парках.

8. Оцінювання якості води за допомогою супутників.

Кожна з перелічених проблем має свою програму досліджень і спостережень, самостійну організаційну побудову (певні показники і певну періодичність спостережень). Так, програма моніторингу винесення речовин річковими водами у прибережні моря дає змогу контролювати внесок Швеції у забруднення вод Балтійського моря.

Однак серед перелічених європейських програм та проектів немає цілісної концепції екологічного моніторингу для країн, що розвиваються (у т.ч. і для України). Така концепція повинна орієнтуватися на створення екологічного господарства. Тому проблемою залишається практична реалізація у нашій країні повномасштабної комплексної системи моніторингу за Р.Е. Манном та І.П. Герасимовим, оскільки чинна система фактично складається з окремих підсистем моніторингу, що є об'єктами навколишнього природного середовища (вода, повітря, ґрунт), які доволі мало узгоджуються між собою. Зауважимо, що вказана особливість була передбачена концепцією ще під час її створення. Тобто повна формула моніторингу «спостереження — контроль — управління» спочатку повинна реалізуватися частково стосовно найбільш відомих та виявлених за допомогою розробленої методики явищ і стосовно найбільш керованих процесів (Погребенник, Мельник, Бойчук, 2005; Герасимов, 1975; Munn, 1988). Тому на першій стадії його впровадження слід створювати системи екологічного моніторингу для проведення кожного окремого дослідження середовищ з наступною їх методологічною та метрологічною ув'язкою. Але насамперед необхідно забезпечити інтегрування у комплексну систему екологічного моніторингу кількісних і якісних показників кожного із досліджуваних середовищ (забруднення води та порушення режиму рівнів водойм, викиди в атмосферу забруд-

нювальних речовин і виникнення смогів, забруднення та ерозія ґрунту тощо), без якого не буде здійснена об'єктивна оцінка їх стану.

Яскравим прикладом цього є розробка Водної стратегії України на період до 2025 р. (Водна стратегія України, 2015). Згідно із Стратегією, відповідний моніторинг є важливою складовою раціонального водокористування, і його проведення забезпечується низкою суб'єктів: Державним агентством водних ресурсів, регіональними гідрометеорологічною та гідрологічною службами тощо. Крім того, у Стратегії чітко визначено, яким саме вимогам повинна відповідати система моніторингу вод (адаптивність, адекватність, функціональність, перетворюваність (трансформативність), інформативність, відкритість). Значна увага приділяється здатності системи до здійснення управлінських дій з покращання екологічної ситуації та їх перевірки. Отже, для того щоб на належному рівні почала функціонувати комплексна система екологічного моніторингу в Україні, необхідно вирішити питання щодо його проведення за кожним із окремих видів середовищ, у т.ч. екологічного моніторингу вод, або гідроекомоніторингу.

Хоча в Україні здійснюється значна кількість спостережень, у чинній системі моніторингу вод існує низка проблем. Серед основних слід навести такі: технічна відсталість, нестача лабораторного устаткування, доволі значна закритість результатів. Відсутність автоматизованих спостережень на більшій частині території країни унеможливає забезпечення відповідного реагування на небезпеки природного і техногенного характеру. Негативним явищем є зменшення кількості пунктів спостережень і спрощення їх програм (Водна стратегія України, 2015). Вказані проблеми передбачав І.П. Герасимов, який вважав, що якість моніторингу передусім залежать від глибини наукових знань, досконалості методів, рівня наукової теорії та відповідних технічних засобів (Герасимов, 1975).

Так, наприклад, якщо на деяких підприємствах чи в установах, що займаються таки-

ми дослідженнями, є спроби удосконалення системи екологічного моніторингу, у т.ч. за допомогою впровадження автоматизованих спостережень, вони найімовірніше мають характер наукових інновацій, а не є реальним засобом проведення моніторингу в умовах виробництва. Тобто якщо подібні підприємства (наприклад, водоканали та очисні станції) і матимуть програмне забезпечення з автоматизованих систем контролю, однак через брак коштів вони не зможуть придбати дороге обладнання, що є необхідним для функціонування подібних систем (комп'ютери, пристрої формування та введення зображень з мікроскопів тощо).

З огляду на це, для поліпшення стану системи гідроекомоніторингу Стратегією передбачено створення єдиної мережі спостережень, здійснення її оптимізації та модернізації, вдосконалення технічного і метрологічного забезпечення проведення спостережень, інтегрування інформаційних ресурсів суб'єктів системи моніторингу і забезпечення функціонування єдиної автоматизованої підсистеми збирання, оброблення, проведення аналізу і збереження даних. Система моніторингу має бути зорієнтованою на забезпечення державної екологічної політики з питань раціонального використання, охорони і відтворення водних ресурсів та екологічно безпечного функціонування екосистем (Водна стратегія України, 2015).

Отже, чинні системи гідроекомоніторингу потребують істотного удосконалення на всіх організаційних рівнях. Очевидно, створення програм моніторингових досліджень має враховувати особливості кожної водойми, тому система гідроекомоніторингу повинна бути зорієнтована на ті екологічні ризики, що найвірогідніше можуть виникнути під час використання водойми або виникають систематично (перевищення ГДК певних забруднювальних речовин, порушення режиму рівня водойми, заморні явища тощо).

Удосконалення системи екологічного моніторингу водосховищ має особливе значення не тільки для задоволення потреб людей у воді, але й для збереження

їх здоров'я (Bolte, 2007; Водна стратегія України, 2015; Malik, Grohmann, Akhtar, 2014; Söderbaum, Tortajada, 2011; Tortajada, Yug, 2013). З огляду на це, розроблення програм моніторингових досліджень вод джерел питного водопостачання слід проводити надзвичайно скрупульозно. Передусім, відповідно до основної концепції, доцільно обрати підхід, спрямований на підвищення ефективності функціонування моніторингової системи. Зважаючи на сучасні вимоги, основою екологічного моніторингу вод повинні бути інформаційна, аналітична і консалтингова складові (Водна стратегія України, 2015), що, по суті, відповідає «управлінській» концепції. Завданням інформаційної складової є забезпечення належного рівня отримання та обробки інформації, яка надходить, її аналітика — опрацювання та контроль нормативних показників, консалтинг — формування висновків і рекомендацій для здійснення управлінських дій.

Для впливу на ситуацію щодо незадовільного стану водних екосистем, згідно із Законом «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управління водними ресурсами за басейновим принципом» № 1641-VIII від 04.10.2016 р., відповідні організації повинні розробляти плани управління річковими басейнами та забезпечувати їх здійснення, тобто проводити аналіз стану та вжити комплекс заходів із досягнення цілей, визначених для кожного району річкового басейну у встановлені терміни. До того ж такі плани переглядатимуться кожні шість років і будуть реєструвати проблеми, що поступово з'являтимуться внаслідок негативного антропогенного впливу на річкові басейни.

Останнім часом особлива роль щодо отримання інформації у системі екологічного моніторингу вод відводиться біомоніторингу (Погребенник, Мельник, Бойчук, 2005; Водна стратегія України, 2015; Запольський, Войцицький, Пількевич та ін., 2012; Biedunkova, Klimenko, Petruk, 2014). Біологічний моніторинг — це контроль стану водного середовища за допомогою

живих організмів. Основні методи біомоніторингу — біоіндикація та біотестування. Біоіндикація полягає в реєстрації будь-яких змін у біоті, зумовлених антропогенними чинниками або наслідками їх впливу. Біотестування зводиться до встановлення відхилень від нормального фізіологічного стану істот, що використовуються для визначення забруднень води. У біологічному моніторингу можуть бути використані не тільки біологічні, але й будь-які інші методи, наприклад, хімічний аналіз вмісту забруднювальних речовин у живих організмах (Запольський, Войцицький, Пількевич та ін., 2012; Biedunkova, Klimenko, Petruk, 2014).

Однак проведення біомоніторингу вод джерел водопостачання, що передбачає безпосереднє визначення якості питної води, наштовхнулось на низку протиріч. Для здійснення моніторингових досліджень цих вод, що, слід зауважити, є набагато чистішими за інші, було запропоновано використовувати такі самі методи, як і для біомоніторингу стічних та природних вод. Проте організми, які є чутливими до значних забруднень водного середовища, не реагували на рівні токсичності вод, що досягали меж ГДК або незначно їх перевищували. Хоча у СанПіН-10 і залишено можливість щодо використання інших біомоніторів та їх тест-ознак, однак на більшості водоканалів України продовжують використовувати традиційні методи, оскільки саме вони є стандартизованими. Навіть у разі застосування уніфікованих організмів доцільно звернути увагу на їх більш чутливі тест-ознаки (зміни хемотаксису інфузорій, гасіння люмінісцентної продукції метаболітів і частоту серцевих скорочень у дафній, швидкість переміщення протоплазми у клітинах вищих водних рослин тощо).

Деякі протиріччя існують також і в автоматизованих системах біомоніторингових досліджень вод поверхневих джерел водопостачання. І за кордоном, і в нашій країні ці системи можуть забезпечувати спостереження за поодинокими угрупованнями або окремими істотами (Федоров, 1975; Запольський, Войцицький, Пільке-

вич та ін., 2012; Munn, 1988; Biedunkova, Klimenko, Petruk, 2014). Однак на сьогодні бракує єдиного комплексного підходу до надання інформації про загальний стан водної екосистеми. Це, звичайно, негативно відбивається не тільки на аналітичній складовій, але й на «управлінській» ланці біомоніторингу, що своєю чергою знижує ефективність проведення екологічного моніторингу загалом.

Отже, для успішного здійснення екологічного моніторингу вод поверхневих джерел водопостачання необхідно удосконалити його систему, насамперед завдяки оперативному впровадженню методів біологічного моніторингу, здатних найбільш швидко і надійно реагувати на найменші зміни, що відбуваються у довкіллі, особливо за умов використання автоматизованих засобів спостережень і досліджень.

ВИСНОВКИ

Доведено доцільність удосконалення системи екологічного моніторингу поверх-

невих вод. На основі порівняльного аналізу «управлінської» концепції Р.Е. Манна, розвиненої у працях І.П. Герасимова, та «прогностичної» концепції Ю.А. Ізраєля визначено оптимальну формулу моніторингу довкілля «спостереження — контроль — управління». Продемонстровано переваги вказаної формули порівняно з іншими за проведення моніторингових досліджень поверхневих вод. Обґрунтовано концептуальний підхід до системи гідроекомоніторингу поверхневих джерел водопостачання, сутність якого полягає у швидкому та надійному виявленні нагальних проблем кожної водойми, аналізі їх причин і наслідків та впровадженні заходів з поліпшення якості води за басейновим принципом управління. Запропоновано шляхи удосконалення системи екологічного моніторингу вод поверхневих джерел водопостачання завдяки підвищенню чутливості методів біомоніторингу та використання автоматизованих засобів досліджень.

АННОТАЦИИ

Тарарико А.Г., Кучма Т.Л., Ильенко Т.В., Демьянюк Е.С. Эрозионная деградация почв Украины при воздействии изменений климата // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 1. — С. 7–15.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: agrokosmos@gmail.com

Обоснована актуальность существующей проблемы ухудшающегося качественного состояния почвенного покрова и неконтролируемого развития процессов эрозионной деградации почв, вследствие которых повышаются риски развития процессов опустынивания агроландшафтов. Установлено, что в результате действия изменений климата усиливается ливневый характер осадков, который при условии сверхвысокого уровня насыщенности агроэкосистем пропашными культурами значительно снижает противоэрозионную устойчивость агроландшафтов. Осуществлена оценка риска эрозионной деградации почвенного покрова в результате увеличения частоты экстремальных суточных осадков. Приведены результаты моделирования с применением уравнения USLE текущих и прогнозных на 2045 г. потерь почвы, вызванных водной эрозией, на примере типичных агроландшафтов зоны Лесостепи в пределах Каневского и Мироновского районов. Подтверждено, что на территориях, где не проведены почвозащитные и противоэрозионные мероприятия, прогнозируется существенная интенсификация эрозионных процессов в результате воздействия экстремальных погодных условий. С целью адаптации к изменениям климата предложено внедрить систему противоэрозионных мероприятий на бассейновых принципах и интегрированного управления земельными, водными, биологическими и агро-ресурсами.

К л ю ч е в ы е с л о в а: почва, пахотные земли, эрозионная деградация, агроландшафт, климат, модель USLE, экстремальные осадки.

Шевчук М.И., Сергушко А.Г. Эвтрофикация озер Волынской области // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 1. — С. 16–21.

Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки

e-mail: o.sergushko@gmail.com

Проанализировано состояние эвтрофикации водоемов Украинского Полесья на примере озер Турийского р-на. Приведены законодательные акты, определяющие понятие эвтрофикации. Отражен водный фонд Волынской обл. в разрезе плоскостных водных объектов — озер, водохранилищ и прудов. Представлены результаты исследований проблемы зарастания и заболачивания водоемов.

Отмечены природные условия формирования озер Турийского р-на и их влияние на прилегающие территории. Рассмотрены новые подходы национального законодательства к оценке экологического состояния водоемов или их частей, что позволяет определить последствия эвтрофикации относительно экологического норматива качества поверхностных вод. Проанализированы особенности накопления донных отложений в водоемах атмосферно-болотного типа питания. Рассчитана динамика изменения площади водного зеркала 11 озер Турийского р-на для оценки степени и прогноза их эвтрофикации. Осуществлена оценка антропогенных изменений, которые произошли за последние 80 лет и предложены природоохранные мероприятия по восстановлению функционирования экосистемы «озеро — пойма» с целью сохранения водности.

К л ю ч е в ы е с л о в а: озеро, эвтрофикация, водная директива, донные отложения, массив поверхностных вод.

Мороз В.В.¹, Шевчук Н.И.², Руденко А.Н.³ Особенности состояния лесных насаждений дуба в Хмельницкой области // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 1. — С. 21–27.

¹ *Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН*

² *Хмельницкий национальный университет*

³ *Институт агроэкологии и природопользования НААН*

e-mail: vera_moroz@ukr.net

Рассмотрено современное состояние лесных насаждений дуба в Правобережной Лесостепи на примере Пархомовского лесничества Хмельницкой обл. Проведен повозрастной анализ роста дубовых насаждений по высоте и диаметру, а также сравнительный анализ данных с действующими нормативными таблицами. Осуществлено распределение площадей насаждений дуба обычного по его доли в составе насаждений государственных предприятий Хмельницкой обл. Установлено, что в Пархомовском лесничестве количество деревьев дуба на единицу площади является ниже оптимального уровня. Получены эмпирические уравнения, позволяющие оценить развитие дубовых насаждений в Хмельницкой обл.

К л ю ч е в ы е с л о в а: дуб обычный, лесистость, лесхозы, распределение площадей, действующие нормативные таблицы.

Егорова Т.М. Биогеохимические приоритеты агроэкологических исследований // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 1. — С. 28–35.

*Институт агроэкологии и природопользования
НААН*

e-mail: egorova_geochem@rambler.ru

Обобщены теоретические основы биогеохимических исследований агросферы. Рассмотрены прикладные направления агроэкологического анализа земель сельскохозяйственного назначения в плоскости теории и методологии биогеохимии. Представлена концепция биогеохимических исследований агросферы при формировании биоцентричного сельского хозяйства. Определены основные направления биогеохимических исследований земель сельскохозяйственного назначения, а именно, внедрение общих методов их биогеохимического анализа, изучение биогеохимических циклов химических элементов и дифференциация их естественной и агрогенной составляющей. Сформулированы основные методические принципы биогеохимии, позволяющие обеспечить объективность и достоверность результатов исследований по распространению химических элементов в почвах и живом веществе сельхозпродукции и их влияния на здоровье населения.

К л ю ч е в ы е с л о в а: биогеохимия, агросфера, биогеохимические циклы, агроэкология, биотифл, природные и антропогенные процессы.

Бедункова О.А. Генотоксический мониторинг водной среды в нижнем течении речки Горынь // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 1. — С. 36–42.

*Национальный университет водного хозяйства
и природопользования*

e-mail: bedunkovaolga@mail.ru

Приведены результаты проведения генотоксического мониторинга нижнего течения р. Горынь с помощью микроядерного теста периферической крови рыб. Установлено, что на фоне II класса качества воды по гидрохимическим показателям имеет место индуцированный мутагенез рыб по средней частоте ядерных нарушений: окуня ($4,57 \pm 0,34 \%$) — на участке реки ниже сброса сточных вод и плотвы ($3,82 \pm 0,44 \%$) — на участке реки с минимальными антропогенными нагрузками. Сделан вывод о целесообразности ведения генотоксического мониторинга с целью быстрого выяснения появления в среде токсичных соединений.

К л ю ч е в ы е с л о в а: качество воды, цитогенетический гомеостаз, генотоксический потенциал.

Краснов В.П.¹, Зборовская О.В.², Ландин В.П.³, Суховецкая С.В.¹ Характеристика лесных почв на моренных отложениях в различных типах лесорастительных условий // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 1. — С. 43–49.

¹ *Житомирский государственный технологический университет*

² *Полесский филиал Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. М. Высоцкого*

³ *Институт агроэкологии и природопользования НААН*

e-mail: krasnov_vp@mail.ru

Приведены результаты исследования гранулометрического состава и содержания питательных элементов генетических горизонтов дерново-подзолистых почв, сформированных на моренных отложениях в различных типах лесорастительных условий. Исследования проводили в сухих, свежих, влажных борах и свежих суборах. Выявлено, что основное количество корней сосны обыкновенной концентрируется на глубине до 70 см. Установлено, что во всех типах лесорастительных условий преобладающей фракцией в почвах является мелкий песок. Отмечено более высокое содержание азота, калия и гумуса в свежих суборах по сравнению со свежими борами, а также — содержание азота и гумуса в почвах влажных боров по сравнению с свежими борами.

К л ю ч е в ы е с л о в а: лесные почвы, морена, сосновые лесные культуры, плодородие почв, дерново-подзолистые почвы.

Лопушняк В.И.¹, Романова С.А.², Августинович М.Б.³ Изменение гумусового состояния серой оподзоленной почвы при воздействии микробиологических препаратов и гуминовых удобрений в Западной Лесостепи Украины // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 1. — С. 49–53.

¹ *Львовский национальный аграрный университет*

² *ГУ «Институт охраны почв Украины»*

³ *Луцкий биотехнический институт ЧВУЗ «Международный научно-технический университет имени академика Юрия Бугая»*

e-mail: vasyll@mail.ru

Приведены результаты исследований изменений содержания гумуса в серых оподзоленных почвах Западной Лесостепи Украины. Определена его зависимость от норм внесения микробиологического препарата и гуминового удобрения. Установлено, что внесение микробиологического препарата и гуминового удобрения приводит к увеличению содержания гумуса в почве. Самый высокий показатель прироста содержания гумуса по сравнению с не удобренным вариантом зафиксирован при внесении 10 т/га гуминового удобрения. Вследствие применения микробиологического препарата имела место положительная тенденция к изменению содержания гумуса в слое почвы 0–20 и 20–40 см. Проведенные исследования эффективности использования нетрадиционных систем удобрения при выращивании ярового трикала свидетельствуют об улучшении состояния

гумуса серой оподзоленной легкосуглинистой почвы.

К л ю ч е в ы е с л о в а: серая оподзоленная почва, гумус, микробиологический препарат, гуминовое удобрение, система удобрения, яровой тритикале.

Стародуб В.И., Ткач Е.Д. Экологическая оценка технологий выращивания зерновых в Правобережной Лесостепи Украины // *Агроэкологический журнал*. — 2017. — № 1. — С. 54–62.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: myrzavica88@gmail.com

Установлено, что исследуемые технологии по системе показателей: плодородие почвы, производительность и качество продукции, фитосанитарное состояние посевов могут быть рекомендованы для применения в агроценозах пшеницы и ячменя озимых, а также кукурузы. Полученные результаты свидетельствуют, что экологическая оценка технологий выращивания сельскохозяйственных культур позволяет объективно их оценить и выявить несовершенные технологические операции, а также разработать рекомендации по их улучшению.

К л ю ч е в ы е с л о в а: экологическая оценка, фитосанитарное состояние, оптимальный показатель, удобрение.

Прус Л.И. Влияние агротехнических мероприятий на производительность сои // *Агроэкологический журнал*. — 2017. — № 1. — С. 62–67.

Подольский государственный аграрно-технический университет

e-mail: prusl555@gmail.com

Изложены результаты исследования совокупности агроэкологических факторов, их влияние на производительность сои и реакцию на них современных сортов в условиях Западной Лесостепи Украины. Использованы композиции микроорганизмов, позволяющих ускорить рост и развитие растений, уменьшить распространение болезней, повысить производительность и улучшить качество продукции. Исследовано влияние сидеральных удобрений на рост и развитие растений сои. Установлено положительное влияние опрыскивания посевов в фазе цветения микробным препаратом Хетомик на основе штамма *Chaetomium cochliodes* на урожайность и качество семян сои. Выявлена разная реакция со стороны испытываемых сортов сои. Наиболее чувствительными к факторам воздействия оказались сорта Анжелика и Георгина.

К л ю ч е в ы е с л о в а: соя, бактериальная обработка, сидеральные удобрения, микробиологические препараты, болезни, производительность, качество.

Сучек М.М. Экологически безопасные элементы технологии выращивания гречихи в условиях Подолья // *Агроэкологический журнал*. — 2017. — № 1. — С. 68–72.

Хмельницкая государственная сельскохозяйственная опытная станция Института кормов и сельского хозяйства Подолья НААН

e-mail: suchek1977@i.ua

Приведены результаты исследований относительно влияния предпосевной обработки семян гречихи препаратами биологического, физического и химического действия, а также опрыскивания посевов в фазе начала цветения препаратом микробного происхождения на рост и развитие данной культуры. Во время проведения опыта нами осуществлен последовательный отбор эффективных исследуемых препаратов для трех сортов гречихи — Виктория, Оранта и Антария. Установлен механизм влияния препаратов на уровень роста и развития растений разных сортов гречихи, комплексное воздействие которых улучшает их минеральное питание, стимулирует рост, повышает производительность и устойчивость к стрессорам. Обосновано, что предложенная обработка семян гречихи озоном и биологическими препаратами позволяет интенсифицировать вегетативное и генеративное развитие растений так же эффективно, как и обработка наиболее действенными штаммами. Высказано предположение, что механизм воздействия интродуцированных бактерий на уровень заболеваемости посевов растений имеет комплексный характер. Бактерии улучшают минеральное питание растений, стимулируют их рост, увеличивают устойчивость к абиотическим и биотическим стрессорам.

К л ю ч е в ы е с л о в а: гречиха, сорт, бактериальные препараты, физические способы обработки, производительность, посевные качества семян.

Ретьман С.В.¹, Ключевич М.М.² Болезни листьев тритикале и спельты в Полесье Украины // *Агроэкологический журнал*. — 2017. — № 1. — С. 72–75.

¹ *Институт защиты растений НААН*

² *Житомирский национальный агроэкологический университет*

e-mail: Kluchevichm@ukr.net

Исследованы особенности проявления грибных болезней тритикале и спельты в условиях Полесья Украины. Установлено, что на обеих культурах доминирующими являются септориоз листьев и мучнистая роса, удельный вес которых в комплексе микозов листьев составляет: на тритикале — 34,0 и 23,0%, на спельте — 52,0 и 36,0% соответственно. Отмечено, что на растениях тритикале озимого пиренофороз, бурая листовая ржавчина и снежная плесень встречается значительно реже, а проявления аскохитоза, темно-бурой пятнистости,

фузариозного ожога — эпизодически. На спелые систематически проявлялись симптомы пиренофороза и темно-бурой пятнистости. Показано, что спелота характеризуется низким уровнем развития болезней и менее широким их видовым составом.

К л ю ч е в ы е с л о в а: спелота, тритикале, грибные болезни, септориоз, мучнистая роса, развитие микозов.

Коломиец Ю.В.¹, Григорюк И.П.¹, Буценко Л.Н.² Индуцирующее влияние биоудобрений на продуктивность растений томатов и формирование микробиоты ризосферы // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 1. — С. 75–82.

¹ *Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

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

e-mail: julija@i.ua

Установлено, что обработка семян биоудобрениями сокращает продолжительность основных этапов органогенеза растений томата в период развития рассады, способствует ускорению образования настоящих листьев и количества заложённых цветков. Применение биоудобрений Агро-Бак Плюс, Рост Концентрат (Велес-БИО, ООО СПГ) и Экстрасол (ООО Бисолби-Интер) способствует снижению содержания нитратов и повышению содержания сухого вещества, суммарных сахаров, витамина С и пищевого качества плодов томата. Биоудобрения на основе азотфиксирующих бактерий *Bacillus subtilis* и гумата калия проявляют стимулирующее влияние на численность микроорганизмов, значимых с агрономической точки зрения, групп ризосферы растений томата сорта Клондайк.

К л ю ч е в ы е с л о в а: биоудобрения, томат, микробные ассоциации, производительность.

Дерех О.И., Олиферчук В.П. Влияние рекреационной дигрессии лесных экосистем Ополья на видовое разнообразие микромицетов почвы // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 1. — С. 82–86.

Национальный лесотехнический университет Украины

e-mail: olja.ozarkiv@gmail.com

На примере почв с различными стадиями рекреационной дигрессии зеленой зоны г. Львов исследован видовой состав грибных ассоциаций. Проанализирован почвенный покров исследовательских стационаров. Описана методика проведения микологического анализа почв. Осуществлена идентификация видов. Установлена сезонная динамика численности микромицетов. Исследованы структурные изменения таксономического состава грибов в почвах различной стадии дигрессии относительно контроля.

К л ю ч е в ы е с л о в а: стадия рекреационной дигрессии, зеленая зона, микромицеты.

Бровко И.С., Чабанюк Я.В., Корецкий А.П., Мазур С.А. Взаимосвязь между биологическими показателями почвы при воздействии гербицидов // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 1. — С. 87–93.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: nauka25@ukr.net

Исследована взаимосвязь между биологическими показателями почвы (дыхание, токсичность, биомасса, численность микроорганизмов основных эколого-трофических и таксономических групп, активность почвенных ферментов и т.д.) при воздействии гербицидов на основе кломазона и имазамокса в процессе выращивания сои. Освещено, что выращивание данной культуры с использованием почвенных гербицидов приводит к нарушению природного ценоза и изменению внутреннего строения взаимосвязей различных биологических показателей. В свою очередь это сказывается на почвенном плодородии, основная составляющая которого «фактор естественного ценоза» ($R = 0,99$, при $p \leq 0,001$), что демонстрирует связь и корреляцию между большинством биологических показателей состояния почв.

К л ю ч е в ы е с л о в а: почвенные гербициды, биодиагностические показатели, факторный анализ, почвенное плодородие, корреляционные матрицы.

Чайка Е.М., Перетятко Т.Б., Гудзь С.П. Численность эколого-трофических групп микроорганизмов Язовского месторождения серы // Агроэкологический журнал. — 2017. — № 1. — С. 93–100.

Львовский национальный университет имени Ивана Франко

e-mail: o-chajka@i.ua

Исследована численность основных эколого-трофических групп микроорганизмов на территории Язовского месторождения серы. Установлено, что численность всех эколого-трофических групп аэробных микроорганизмов в почве на глубине 50 см снижается относительно соответствующих показателей на глубине 30 см. В воде обнаружено меньше бактерий всех эколого-трофических групп. Установлено, что во всех пробах почвы и воды, отобранных на территории Язовского месторождения серы, преобладают бесцветные ацидофильные, окисляющие серу бактерии. Значительно ниже является численность бесцветных нейтрофильных сероокисляющих бактерий, анаэробных микроорганизмов, восстанавливающих серу, сульфат-редуцирующих бактерий в почве, иле, воде и т.п. В контрольных образцах почвы, отобранной возле источника с. Раковец, и воды дени-

трифицирующие бактерии не обнаружены, кроме ила, где их содержится незначительное количество.

К л ю ч е в ы е с л о в а: эколого-трофические группы микроорганизмов, водород сульфид, сера, азот, карбон.

Копча Н.М. Устойчивость и деструктивная активность микробиоты плодового сада к современным пестицидам // *Агроэкологический журнал*. — 2017. — № 1. — С. 101–106.

Институт защиты растений НААН

e-mail: kornelia_@ukr.net

Установлен уровень устойчивости и деструктивной активности эпифитной, ризосферной и почвенной микробиоты плодового сада к ципродину, лямбда-цигалотрину, дифеноконазолу, изопропиламинной соли глифосата. В условиях производственной пестицидной нагрузки доля бактерий, устойчивых к действию указанных соединений, составляет 48,4–90,5%; доля бактерий, способных разлагать действующие вещества пестицидов и использовать их как источник биогенных элементов, находится в пределах 12,5–54,0%. Доказана перспективность поиска биодеструкторов пестицидов среди бактерий-ассоциантов растений.

К л ю ч е в ы е с л о в а: устойчивость, бактерии, биодеструкция пестицидов, ципродинил, лямбда-цигалотрин, дифеноконазол, изопропиламинная соль глифосата.

Буждиган О.Я., Баглей О.В., Костышин С.С., Маркив Н.М. Влияние диоксида углерода и температуры на рост *Ambrosia artemisifolia* L. // *Агроэкологический журнал*. — 2017. — № 1. — С. 107–114.

Институт биологии, химии и биоресурсов Черновицкого национального университета им. Ю. Федьковича

e-mail: oksana.buzh@gmail.com

Проведены экспериментальные исследования в микрокосмах по оценке влияния градиента концентраций CO₂ и повышенной температуры на рост и развитие инвазионного вида *Ambrosia artemisifolia* L. Доказано, что усиление влияния факторов глобального потепления (CO₂ и температура) способствует росту и развитию растений *A. artemisifolia*. Рост концентрации CO₂ в экспериментальных микрокосмах стимулирует прирост стебля амброзии, а комбинированный эффект воздействия CO₂ и повышение температурного режима — прирост боковых побегов *A. artemisifolia*.

К л ю ч е в ы е с л о в а: *Ambrosia artemisifolia* L., моделирование, факторы глобального потепления, CO₂, микрокосмы.

Шаврина В.И., Ткач Е.Д. Редкие растения соединительных территорий экосети Винницкой

области // *Агроэкологический журнал*. — 2017. — № 1. — С. 115–120.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: agroecology_naan@ukr.net

Установлено, что раритетное фиторазнообразие региона составляют высшие сосудистые растения, среди которых: 9 видов — занесены в Красную книгу Украины, 4 вида — в Красный список Международного союза охраны природы, 7 видов — в Европейский Красный список, 3 вида — в Конвенцию об охране дикой флоры и фауны и природных сред их обитания в Европе и 8 видов — в Конвенцию о международной торговле видами дикой флоры и фауны, находящихся под угрозой исчезновения.

К л ю ч е в ы е с л о в а: Красная книга Украины, соединительные территории, редкие виды, экосеть.

Назаровец У.Р., Олиферчук В.П., Копий Л.И., Копий М.Л. Сукцессии фитоценозов в пределах Подорожненского серного карьера // *Агроэкологический журнал*. — 2017. — № 1. — С. 121–127.

Национальный лесотехнический университет Украины

e-mail: marykop@mail.ru

Выделены основные стадии первичного развития растительного покрова в пределах Подорожненского серного карьера: сингенетические и эндоэкогенетические. Приведена их характеристика и спрогнозировано предполагаемое дальнейшее развитие. Определены основные закономерности формирования растительного покрова в пределах исследуемой территории. Установлен видовой состав и структура растительных сообществ пионерного типа зарастания. Определено, что на начальном этапе в составе пионерных ассоциаций доминируют поликарпики с преобладанием однолетников (около 76%), двулетников (10) и незначительное количество поликарпических многолетников (около 14%). Проанализированы этапы формирования растительности на рекультивированных отвалах и выделен видовой состав и структура ассоциаций мать-и-мачехи, вейника наземного и ежи сборной.

К л ю ч е в ы е с л о в а: сукцессия, ассоциация, биоморфа, видовой состав, рекультивированные отвалы.

Беликова Е.Ю., Матвеева Н.А., Таширев А.Б. Токсичность несброженного осадка, полученного после микробной деструкции органических отходов // *Агроэкологический журнал*. — 2017. — № 1. — С. 128–130.

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

e-mail: belikova.e.y@gmail.com

Проведена оценка токсичности для растений несброженного осадка, полученного после микробной ферментации в горизонтальном ферментере смешанных пищевых отходов. Было использовано три типа субстрата: почва (положительный контроль), песок (отрицательный контроль) и экспериментальный субстрат, состоящий из несброженного осадка и песка в объемном соотношении 6:1 (8 г осадка на 1 кг песка). Рост растений *Raphanus sativus* и *Lathyrus latifolius* оценивали по энергии прорастания семян. Установлено, что смешанный субстрат является токсичным для растений, поскольку семена не прорастали. Энергия прорастания семян *R. sativus* и *L. latifolius* в почве составляет 90 и 50%, в песке — 50 и 20% соответственно. Наличие несброженного осадка в экспериментальном субстрате повлекло полное подавление роста растений.

К л ю ч е в ы е с л о в а: пищевые отходы, прорастание семян, токсичность, микроорганизмы.

Бойко А.А.¹, Чабанюк Я.В.², Бойко О.А.³, Орловский А.В.², Мельничук А.П.², Цвигун В.А.² Общий метод выявления бактерий, их фагов и других патогенов в грибах и растениях // *Агроэкологический журнал*. — 2017. — № 1. — С. 131–133.

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

² *Институт агроэкологии и природопользования НААН*

³ *Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

Проанализированы растительные объекты, съедобные и лекарственные грибы методом электронно-микроскопических исследований на поражение бактериями, их фагами, вирусами, микроскопическими грибами. Основой методической разработки являются контрастности возбудителей болезней непосредственно в подготовленной ячейке на плодовых телах грибов базидиомицетов и растительном материале (клен, груша, свекла столовая, опунция). Метод позволяет выявить патогены различных таксономических групп в условиях

латентной инфекции и проследить за процессом патологии на исследуемых объектах.

К л ю ч е в ы е с л о в а: бактерии, фаги, фитовирусы, грибы, растения, электронная микроскопия, соли тяжелых металлов, экологическая ниша.

Аристархова Е.О. Концептуальные аспекты совершенствования системы экологического мониторинга поверхностных вод // *Агроэкологический журнал*. — 2017. — № 1. — С. 134–140.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: earistarchowa@yahoo.de

Теоретически обоснована целесообразность совершенствования системы экологического мониторинга вод (гидроэкомониторинга). На основе сравнительного анализа «управленческой» концепции Р. Манна, развитой в работах И.П. Герасимова, и «прогностической» концепции Ю.А. Израэля определена оптимальная формула мониторинга окружающей среды «наблюдение — контроль — управление». Показаны преимущества указанной формулы по сравнению с другими при проведении мониторинговых исследований вод, что подтверждается многими научными трудами, разработками и положениями, включая Водную стратегию Украины на период до 2025 года. Обоснован концептуальный подход к системе гидроэкомониторинга поверхностных источников водоснабжения, сущность которого заключается в быстром и надежном выявлении существующих проблем каждого водоема, в анализе их причин и следствий и в проведении мероприятий по улучшению качества вод. Предложены пути совершенствования системы экологического мониторинга вод поверхностных источников водоснабжения за счет повышения чувствительности методов биомониторинга и использования автоматизированных средств исследований.

К л ю ч е в ы е с л о в а: «управленческая» и «прогностическая» концепции, поверхностные источники водоснабжения, совершенствование системы экологического мониторинга вод.

ABSTRACT

Tarariko O., Kuchma T., Iliencko T., Demyanyuk O. Soil erosion degradation of Ukraine under the impact of climate change // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 1. — P. 7–15.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail:agrokosmos@gmail.com

Uncontrolled and intensive development of erosion process increases the risk of soil surface degradation and desertification in the agricultural landscapes. Climate change amplifies the frequency of extreme rainfalls, which reduce the erosion resistance of agricultural landscapes, especially the agricultural systems with row crops. The risk of erosion soil degradation due to the increased frequency of extreme

daily rainfall was estimated. The current rate of year soil loss, caused by water erosion, was estimated using USLE model, and forecast for 2045 was simulated in the case study in typical Ukrainian agricultural landscapes of forest-steppe zone within Kanivskyi and Myronivskyi districts. It is confirmed, that in areas where the soil protection measures are not taken, a significant intensification of erosion processes is predicted as a result of exposure to extreme weather conditions. The measures to adapt to climate change through the implementing a system of erosion control measures on river basin principles and integrated management of land, water, biological and agrarian resources are suggested.

Key words: soil, arable land, erosion degradation, agricultural landscape, climate, USLE model, extreme rainfall.

Shevchuk M., Serhushko O. Eutrophication of lakes in Volyn region // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 1. — P. 16–21.

Eastern European national University named after Lesya Ukrainka

e-mail: o.sergushko@gmail.com

The article describes the state of eutrophication of water bodies of Ukrainian Polissya on the example of some lakes of Turiysk region. It is indicated legislation defining the notion of eutrophication. It is displayed water fund of Volyn region in terms of surface water bodies — lakes, reservoirs and ponds. It is specified the results of studies on overgrowing and water logging of water bodies. It is separately marked the natural conditions of the lakes of Turiysk territory and their impact on the surrounding area. It is considered the newly approaches of national legislation on the environmental state of water bodies or their parts that allows to estimate consequences of eutrophication on a comparison of environmental standards for water quality of surface water bodies. It is analyzed the accumulation of bottom sediments in water bodies with atmospheric and marsh nutrition type. It is calculated the dynamics of change of water surface area of eleven lakes of Turiysk region for assessing the degree and forecast of their eutrophication. It is conducted the estimation of anthropogenic changes that have occurred over the last 80 years and proposed environment protection measures for restoration of functioning of anthropogenically modified ecosystem «lake — floodplain» in order to preserve their water content.

Key words: lake, eutrophication, directive, bottom sediments, surface water body.

Moroz V.¹, Shevchuk N.², Rudenko A.³ Features of oak woodland status in Khmelnytsky region // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 1. — P. 21–27.

¹ *Institute of Agriculture of Carpathian region NAAS*

² *Khmelnytsky National University*

³ *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

e-mail: vera_moroz@ukr.net

In the transition of Ukraine to the forest industry management on the principles of stable forest management, arises a pressing problem increasing productivity oak forest stands that occupy second place in Ukraine after the forests of pine. Within the country, the most favorable climatic and soil conditions for the development and growth of oak is Podillia Ukraine, that is located in the Right-bank Forest Steppe and includes Vinnytsia, Ternopil and Khmelnytsky areas. Within this region's forest plantations occupy about 39.2% of the total forest cover of Ukraine. Studies were focused in Khmelnytsky region, which has a favorable geographical position and is characterized by favorable natural and climatic conditions for growing oak. To select the model forest in Khmelnytsky and determine the current state of the oak plantations, we executed an assessment of existing state forestry: Izyaslav Kamenets, Letychiv, Novoushitskiy, Salavat, Starokonstantinovskiy, Shepetivka, Khmelnytsky Yarmolinetskiy forestry and hunting economy. The main, focus was on oak forests, where the land under their cultivation occupies 43.6% of the total land parts. After analyzing, the existing forest management Khmelnytsky region we selected for the study Parhomivske forestry, which by analysis of state forestry and forest is typical. According to conducted analysis in the above-mentioned growth forest area oak plantations increased to 115 years, and then growth stops. In young plantations of trees increases the diameter of growth, accounting for more than 46% higher than indicated in the tables of existing standard, and the difference is more than 8% in mature forest stands. In determining the distribution of reserve plants per unit area by age, we determined by divergence of the actual data with the regulations in force. Actual data is 30–60% less than existing standards, which greatly connected with insufficient number of Tree oak per unit area, it provides an opportunity to increase the number of trees in the plantations to the optimum quantity. During the analysis of biometric parameters changes with the age of forest stand, the empirical equations that allow estimation of oak forest in the Khmelnytsky region are received.

Key words: *Quercus robur* L., woodland, forest enterprises, area allocation, existing regulatory table.

Yehorova T. Biogeochemical priorities of agroecological research // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 1. — P. 28–35.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: egorova_geochem@rambler.ru

The theoretical basis of biogeochemical research of agrosphere was summarized. The practical directions of agro-ecological analysis of agricultural land which associated with the theory and methodology of biogeochemistry were considered. The concept of biogeochemical research agrosphere under formation biocentered agriculture has been described. The basic directions of biogeochemical studies of agricultural land were defined. These are the application of common methods of biogeochemical analysis of agricultural land use, study of biogeochemical cycles of chemical elements and their natural differentiation and agrogenic components. The basic methodological principles of biogeochemistry have been formulated, which is ensuring the objectivity and accuracy of research results dissemination of chemical elements in soils and the living matter of agricultural products, as well as their impact on health.

Key words: biogeochemistry, agrosfera, biogeochemical cycles, agroecology, biophil chemical elements, natural and anthropogenic processes.

Biedunkova O. Genotoxic monitoring of water pollution in the lower reaches of the river Horyn // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 1. — P. 36–42.

National University of Water Management and Nature Resources Use

e-mail: bedunkovaolga@mail.ru

The article presents the results of the genotoxic monitoring the downstream in the Horyn River. It was performed using peripheral blood micronucleus test fish. It was established that on the background of class II water quality by hydrochemical indicators have induced mutagenesis fish. Average frequency of violations of nuclear perch was $4.57 \pm 0.34\%$ — in the river downstream of wastewater discharge. For roach it was $3.82 \pm 0.44\%$ — on the river area with minimal anthropogenic impact. It was concluded that it is necessary to conduct monitoring of genotoxic to quickly determine the appearance in the environment pollution.

Key words: water quality, cytogenetic homeostasis, genotoxic potential.

Krasnov V.¹, Zborovska O.², Landin V.³, Sukhovetska S.¹ Characteristics of forest soils on moraine deposits under various types of site conditions // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 1. — P. 43–49.

¹ *Zhytomyr State Technological University*

² *Polissia Branch of Ukrainian Research Institute of Forestry and*

Forest Melioration named after G.M. Vysotskyi

³ *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

e-mail: krasnov_vp@mail.ru

Research data on granulometric composition and the nutrients content in genetic horizons of sod-podzolic soils formed on moraine deposits in different types of forest conditions are presented. Research was conducted in dry, fresh, moistbory and fresh subory. The largest part of the roots appeared to be concentrated to the depth of 70 cm. It was studied that fine sand is a dominating fraction in soils of all forest conditions. A higher content of nitrogen, potassium and humus is observed in fresh subory compared to the same indices in fresh bory. Also, a higher content of nitrogen and humus is observed in soils of moist bory compared to the same indices in fresh bory.

Key words: forest soils, moraine, scots pine forest cultures, soil fertility, sodypodzolic soils.

Lopushniak V.¹, Romanova S.², Avgustynovych M.³ Change of humus condition of grey ashed soils under the influence of microbiological agents and humic fertilizer in the western steppes of Ukraine // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 1. — P. 49–53.

¹ *Lviv National Agrarian University*

² *State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine»*

³ *Luts'k Biotechnical Institute of Privat Higher Educational Institution Academician Yuriy Bugay International Scientific and Technical University*

e-mail: vasyll@mail.ru

The article presents results of research of humus contents change in grey podzolized soils of the Western forest-steppe of Ukraine. Its dependence on fertilizers was determined. It was also established that using of the microbiological preparation and huminic fertilizers causes a strong increase tendency in total soil humus contents. The highest increase in humus contents (0–20 cm — 0.12%, 20–40 cm — 0.10%) in comparison with the variant without fertilization was noted with the introduction of 10 t/ha huminic fertilizer. As a result of applying microbiological preparation humus contents rises to 2.19–2.20% in 0–20 cm layer and to 2.05–2.07% in 20–40 soil layer. The research of using nontraditional system of fertilization, when growing spring triticale, points out the improving of total humus contents in grey podzolized soils.

Key words: grey forest soils, humus, microbiological preparation, huminic fertilizers, fertilization system, spring triticale.

Starodub V., Tkach Ye. Environmental assessment of grain technologies in the right-bank steppe of Ukraine // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 1. — P. 54–62.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: myrzavica88@gmail.com

As a result of ecological assessment of cultivation technologies of winter wheat, winter barley and grain maize according to the system of such indica-

tors: soil fertility, productivity and product quality, crop phytosanitary condition it was found out that investigated technologies by using mineral and organic fertilizers, with the previous refinement may be recommended for the production. The results of comprehensive evaluation of cultivation technologies of winter wheat, winter barley and grain maize showed their imperfections, which include insufficient quantities of fertilizer application and unsatisfactory phytosanitary condition of crops. This approach ensures a comprehensive assessment of technologies and introduction in the production of only those which will ensure high performance and compliance with environmental regulations.

Key words: ecological assessment, phytosanitary condition, optimal indicator, fertilizer.

Prus L. The impact of farming practices on the productivity of soybean // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 1. — P. 62–67.

Podolsky State Agricultural and Technical University

e-mail: prusl555@gmail.com

The article describes research results of agroecological factors set, their impact on the productivity of soy and reactions to them of modern varieties in the western forest-steppe zone of Ukraine. Compositions of microorganisms which enable to accelerate the growth and development of plants, reduce the spread of disease, increase productivity and improve product quality were used. The influence of green manure on the growth and development of soybean plants was investigated. The positive effect on the crop capacity and quality of soybean seeds, when at the crop flowering stage spraying the microbial preparation Hetomik based on strain *Chaetomium cochliodes*, was established. Different reactions of studied soybeans varieties were found. The most sensitive to factors of influence were varieties of Georgiana and Angelica. The plants of these varieties have formed larger amount of beans, high-quality seeds, nodules on the root system, area of a leaf surface and increased weight nodules on the roots of one plant and weight of 1000 seeds. It was established that in western forest steppe zone seeds of soybean varieties were appropriate to make Inoculation of rhizobia strains 634B and M-8 before sowing on the background making to the soil green manure. Crops of specified varieties are recommended to spray in the flowering stage with biopreparation Hetomik at a dose of 100 ml/ha, using a working solution of 250 l/ha.

Key words: soybean, bacterial treatment, syderalni fertilizers, microbiological preparations, diseases, productivity, quality.

Suchek M. Environmentally friendly elements of buckwheat cultivation technology in terms of Podillia // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 1. — P. 68–72.

Khmelnitsky State Agricultural Experimental Station, Institute of feed and agriculture skirts of NAAS

e-mail: suchek1977@i.ua

The effects of pre-treatment of buckwheat (*Fagopyrum*) seed with preparations of biological, physical and chemical action and spraying of crops at the tillering phase with preparation of microbial origin are given. During the experiment, we carried out a consistent selection of the most effective drugs studied for three varieties of buckwheat Viktoriya, Oranta, Antariya. The mechanism of an effect on different varieties of plant resistance to diseases spaces, which improves performance complex mineral nutrition of plants, stimulates their growth, increases performance and resistance to stressors. The proposed treatment of buckwheat seeds with ozone and biological agents allows to intensify vegetative and generative development of plants is as effective as the treatment of the most current strains. The action of introduced bacteria on the incidence of crop plants in our opinion is complex. Bacteria improve mineral nutrition of plants, stimulating their growth, increase resistance to biotic and abiotic stressors.

Key words: buckwheat (*Fagopyrum*), variety, bacterial preparations, physical methods of processing, productivity, crop quality seeds.

Retman S.¹, Klyuchevych M.² Diseases of leaves in triticale and spelt in Ukrainian Polissia // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 1. — P. 72–75.

¹ *Institute of Plant Protection of National Academy of Agrarian Sciences*

² *Zhytomyr National Agroecological University*

e-mail: Kluchevichm@ukr.net

There were studied the peculiarities of fungal diseases of triticale and spelt in the conditions of Ukrainian Polissia. It was found that Septoria leaf blotch and powdery mildew have a dominant role in the pathogenic complex of both cultures as their relative shares are 34.0 and 23.0% respectively in the complex of triticale leaf mycoses, and 52.0 and 36.0% respectively in the complex of spelt leaf mycoses. It was noted that such diseases as tan spot, brown leaf rust and snow mold rarely occurred on winter triticale plants, and such diseases as ascochyta leaf blight, spot blotch and Fusarium disease were episodic in nature. Development of tan spot and spot blotch on spelt plants had non-systematic character. It was established that on spelt wheat level of disease severity is lower and number of pathogens is less.

Key words: spelt, triticale, fungal diseases, septoria leaf blotch, powdery mildew, development micosis.

Kolomiets J.¹, Grygoryuk I.¹, Butsenko L.² Bio-inducing effect on the productivity of tomato plants and rhizosphere microbiota formation // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 1. — P. 75–82.

¹ *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

² *Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of NAS of Ukraine*

e-mail: julyja@i.ua

Processing seeds with bio-fertilizers reduces passage of the basic stages of organogenesis tomato plants in the seedling period accelerates the rate of formation of true leaves and flowers of the amount pledged. Using of such bio-fertilizers as Agro Buck Plus, Rost Kontsentrat (Velez-BIO, Ltd. LNG) and Ekstrasol (LLC Bisolbi-Inter) leads to an increase in dry matter content, total sugar, vitamin C, reduction of nitrate content and increase the nutritional quality of tomato fruits. Bio-fertilizers based on nitrogen-fixing bacteria *Bacillus subtilis* and humate potassium exhibit a stimulating effect on the number of microorganisms of the rhizosphere of agronomically important groups of tomato variety Klondayk.

K e y w o r d s: bio-fertilizers, tomato, microbial groups, productivity.

Derekh O., Oliferchuk V. The impact of recreational digression of forest ecosystems in Opillia on species diversity of soil micromycetes // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 1. — P. 82–86.

National Forestry University of Ukraine

e-mail: olja.ozarkiv@gmail.com

For the first time, in the example of soils with different stages of recreational digression of green area of the city of Lviv, we studied the species composition of fungal communities. Soil cover of investigated object was analyzed. We described the methodology of mycological analysis of soils. Identification of derived species is done. Seasonal dynamics of micromycetes is determined. Changes in the structure of taxonomic composition of fungi in soils from different stages of digression compared with controls were found. The typical combination of fungal of green area are represented by next families: *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Trichoderma* — with a large variety of species and *Humicola*, *Monilia*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Phoma*, *Verticillium* — a smaller range of species. The study of seasonal dynamics of fungi in the forest ecotypes revealed that in all soils the number of fungi is growing in the spring, except the area «Zubra» and in the fall — is significantly reduced. There is an evident tendency to increase the number and diversity of species in soils IV-th and V-th stage of digression. This can be explained by the increase in organic pollution in recreational areas as a result of active anthropogenic load.

K e y w o r d s: stage of recreation digression, green zone, micromycetes.

Brovko I., Chabanyuk Y., Koretsky A., Mazur S. The relationship between biological indicators of soil

under the action of herbicides // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 1. — P. 87–93.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: nauka25@ukr.net

The relationships between biological indicators of the soil (respiration, toxicity, biomass, abundance of microorganisms of the major ecological, trophic and taxonomic groups, the activity of soil enzymes, etc.) with the effects of herbicides, based on clomazone and imazamox, in the process of growing soybean are investigated. It deals that growing of this crop, using soil herbicides, causes a breach of natural coenosis that strengthens the internal structure of the relationships of different biological indicators and displays on soil fertility, the main component of which is «factor of the natural coenosis» ($R = 0.99$, when $p \leq 0.001$), that demonstrates the relation and the correlation between the majority of biological indicators of the soil condition.

K e y w o r d s: soil herbicides, biodiagnostic indicators, factor analysis, soil fertility, correlation matrix.

Chayka O., Peretyatko T., Gudz S. The number of ecological and trophic groups of microorganisms in Yazivske sulfur deposit // *Agroecological journal*. — 2017. — No. 1. — P. 93–100.

Ivan Franko National University of Lviv

e-mail: o-chajka@i.ua

The quantity of major ecological-trophic groups of microorganisms on the territory of Yazivske sulfur deposit was studied. It was established that the quantity of all ecological-trophic groups of aerobic microorganisms in the soil at a depth of 50 cm was decreases compared to the quantity of microorganisms in the soil at a depth of 30 cm. The smallest quantity of bacteria of all ecological-trophic groups was in the water. It was established that acidophilic colorless sulfur bacteria dominated in all the samples of soil and water of Yazivske sulfur deposit. Their quantity in the sediment and soil was $(12.9 \pm 0.3) \cdot 10^{11}$ — $(6 \pm 0.3) \cdot 10^{11}$ CFU/g ADS (CFU/g ADS — colony forming units per gram of absolutely dry soil), respectively. Quantity of neutrophilic colourless sulfur bacteria was $(9.6 \pm 0.5) \cdot 10^4$ — $(1.2 \pm 0.01) \cdot 10^5$ CFU/g ADS. The quantity of anaerobic microorganisms, such as denitrifying, sulfate- and sulfur-reducing bacteria, was the lowest. The quantity of sulfur-reducing bacteria in the soil was $(1.15 \pm 0.2) \cdot 10^4$ — $(8.1 \pm 0.3) \cdot 10^4$ CFU/g ADS, in sediment — $(3.5 \pm 0.22) \cdot 10^3$ CFU/g ADS, in the water they were in a small quantity — 14 CFU/ml. The quantity of sulfate-reducing bacteria in soil and sludge was $(1.9 \pm 0.05) \cdot 10^3$ — $(3.3 \pm 0.2) \cdot 10^3$ CFU/g ADS. The quantity of microscopical fungi in soil and sludge did not exceed the quantity of fungi in the control variant. The total quantity of saprophytes, nitrifiers, oligonitrophyls and aerobic cellulose de-

grading bacteria in studied samples was higher than in control. pH of all soil, sediment and water samples of Yazivske sulfur deposit was poorly alkaline (7.51 to 8.3).

Key words: ecological-trophic groups of microorganisms, hydrogen sulfide, sulfur, nitrogen, carbon.

Kopcha N. Stability and destructive activity of orchard microbiota to modern pesticides // Agroecological journal. — 2017. — No. 1. — P. 101–106.

Institute of Plant Protection of NAAS

e-mail: kornelia_@ukr.net

The systematic use of pesticides leads to a number of negative effects in ecosystems, poses a threat to human health. The main factor of decomposition of pesticides in the environment is microbiological degradation. In this connection, the search is conducted active microorganisms-destructors of pesticides, development of methods for their introduction in the contaminated areas. In this direction research in the world are mainly devoted to the study of the interaction of pesticides with soil microorganisms. However, in the literature there is not enough information on the ecological mechanisms of interaction associated with plants bacteria and pesticides. The above shows the importance of studying the role of bacteria in filoplany transformation of modern pesticides and research of their destructive potential to reduce the pesticide burden on the ecosystem. It has been established the level of resistance and destructive activity of epiphytic, rhizosphere and soil microbiota fruit garden concerning cyprodinil, lambda-cyhalothrin, difenoconazole, isopropylamine salt of glyphosate. The share of bacteria that are resistant to the action of pesticides is 48.4–90.5%; in particular, epiphytic bacteria were characterized by a high resistance (55.6–90.5%); middle — rhizosphere (50.0–87.5%); less resistant to pesticides were soil microorganisms (48.4–75.0%). Among the microbiota of fruit garden proportion of bacteria capable of degrading lambda-cyhalothrin, difenoconazole, isopropyl amine salt of glyphosate is in the range of 12.5–54.0%, in particular: destructors pesticides is 16.9–54.0% of epiphytic bacteria, 14.1–31.3% — of rhizosphere and 12.5–20.3% — of soil bacteria. According to the results of theoretical generalizations and experimental studies we proved the prospects of searching the pesticides biodestructors among associated with plants epiphytic bacteria.

Key words: bacteria-degraders, biodestructors, pesticides, cyprodinil, lambda-cyhalothrin, difenoconazole, isopropylamine salt of glyphosate.

Buzhdygan O., Baglei O., Kostyshyn S., Markiv N. Stability and destructive activity of orchard microbiota to modern pesticides // Agroecological journal. — 2017. — No. 1. — P. 107–114.

Institute of Biology, Chemistry and Life Chernivtsi National University

e-mail: oksana.buzh@gmail.com

In the current work we modelled the impact of CO₂ and temperature on the growth and development of the invasive species *Ambrosia artemisifolia* L. We used the physical-chemical methods, laboratory methods, modelling methods and statistical analysis. Our results indicate that the some of the factors of global warming (CO₂ and temperature) stimulate the growth and development of ragweed plants. Taking in account the prediction of global climate changes and increasing the concentration of CO₂ in the atmosphere twice between the 2050 and 2100 it can be expected to gain the invasions of *Ambrosia artemisifolia* L. Increasing CO₂ stimulates growth of ragweed stems, while the combined effect of increasing CO₂ and temperature stimulates growth of shoots in *Ambrosia artemisifolia* L. In general our study shows that increasing concentration of carbon dioxide in air and high air temperature have positive effects on the development and growth of *Ambrosia artemisifolia* L. and thus on the invasive expansion processes of the current species in terms of increasing ongoing global warming of Earth's atmosphere.

Key words: ragweed, *Ambrosia artemisifolia* L., the components of global warming CO₂ and temperature, modeling, microcosms.

Shavrina V., Tkach E. Rare plants of ecological network in connecting areas of Vinnytsia region // Agroecological journal. — 2017. — No. 1. — P. 115–120.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: agroecology_naas@ukr.net

As a result of studies we found out that rare phytodiversity of the region is represented by higher vascular plants, which are included to the Red Book of Ukraine — 9 species, Red List of International Union for Nature Conservation — 4 species, European Red List — 7 species, Convention for Protection of Wild Flora and fauna and natural environment of their existence in Europe — 3 species, Convention about International Trade in Endangered Species of wild flora and fauna that are threatened by extinction — 8 species.

Key words: Red Book of Ukraine, connecting territories rare species, ecological network.

Nazarovets U., Oliferchuk V., Kopyi L., Kopyi M. Succession of plant communities within Podorozh-nenskyi sulfur career // Agroecological journal. — 2017. — No. 1. — P. 121–127.

Ukrainian National Forestry University

e-mail: marykop@mail.ru

The main stages of primary vegetation development within Podorozhne quarry: syngeneses stage and endoekohenez stage are allocated and their characteristics and predicted possible further development is given. The basic laws of vegetation formation within

the study area are identified. There are established species composition and structure of plant communities of pioneer type of overgrowth. It is determined that in the initial phase, consisting of pioneer communities, annual (76%) and biennial (10%) polycarpics dominated with a small number polycarpic perennials (14%). The stages of vegetation formation on reclaimed dumps are analyzed and identified the species composition and structure of *Tussilago farfara*, *Calamagrostis epigeios* and *Dactylis glomerata* associations.

K e y w o r d s: succession, association, biomorf, species composition, reclaimed dumps.

Bielikova O., Matvieieva N., Tashyrev O. Toxicity of unfermented waste residue obtained in microbial destruction of organic waste // Agroecological journal. — 2017. — No. 1. — P. 128–130.

Institute of Microbiology and Virology NAS of Ukraine

e-mail: belikova.e.y@gmail.com

The toxicity of dry unfermented residues obtained after the fermentation of mixed food wastes in a horizontal bioreactor was evaluated. Three types of substrates were used in the experiments: soil as a «positive control» substrate, sand as a «negative control» substrate and «experimental» substrate, which consisted of sand and unfermented mixed food waste residues (MFWR) in volume ratio 6/1 (8 g MFWR per 1 kg of sand). *Raphanus sativus* and *Lathyrus latifolius* plant growth were characterized by the energy of seed germination. The mixed substrate that contained unfermented residues was toxic for the plants. Germination energy of seeds of *R. sativus* and *L. latifolius* planting in the soil was 90% and 50%, in the sand — 50% and 20% respectively. Thus, addition of unfermented residues in the experimental substrate resulted in complete inhibition of growth.

K e y w o r d s: food wastes, seeds germination, toxicity, microorganisms.

Boiko A.¹, Chabaniuk Ya.², Boiko O.³, Orlovskiy A.², Melnychuk O.², Tsvihun V.² General method of bacteria, their phages and other pathogens detection in fungi and plants // Agroecological journal. — 2017. — No. 1. — P. 131–133.

¹ *D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of NAS of Ukraine*

² *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

³ *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

Plant objects, edible and medicinal mushrooms affected by bacteria, their bacteriophages, viruses, fungus using the method of electron microscopical investigations were analyzed. The basis of methodological development is contrasting of pathogens directly in prepared units in fungal fruit of basidiomycetes and plant material (maple, pear, red beet, prickly pear). The method allows detecting pathogens of different taxonomic groups according to conditions of latent infection and pathology process on studied objects.

K e y w o r d s: bacteria, phages, phytoviruses, fungi, plants, electron microscopy, heavy metal salts, ecological niche.

Arystarkhova E. Conceptual aspects of improving the environmental monitoring system of surface waters // Agroecological journal. — 2017. — No. 1. — P. 134–140.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: earistarchowa@yahoo.de

The expedience of the improvement of the ecological monitoring system of water (hydroecomonitoring) is justified. On the basis of a comparative analysis of «management» concept of R.E. Munn, developed in the writings of I. Gerasimov, and «predictive» concept U. Izrael, optimum formula of environmental monitoring «surveillance — control — management» is defined. Advantages of the specified formula compared with other formulas specified in conducting monitoring studies of the waters, which is confirmed by many scientific works, developments and regulations, including in a Water strategy Ukraine for the period until 2025 is shown. It has been grounded the conceptual approach to hydroecomonitoring system of surface sources of water supply, the essence of which lies in the rapid and reliable detection of the urgent problems of each reservoir, the analysis of their causes and effects and implementation of measures to improve the quality of water. The ways of improving the system of ecomonitoring of waters from the surface sources of water supply by increasing of sensitivity of biomonitoring methods and the use of automated means of researches were suggested

K e y w o r d s: «management» and «predictive» concepts, surface sources of water supply, improving of waters ecomonitoring system.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Августинович Марія Богданівна, здобувач, Луцький біотехнічний інститут ПВНЗ «Міжнародний науково-технічний університет імені академіка Юрія Бугая», м. Луцьк, e-mail: avgustunovuch@ail.ru

Аристархова Елла Олександрівна, кандидат біологічних наук, докторант, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: earistarchowa@yahoo.de

Баглей Оксана Василівна, кандидат біологічних наук, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, м. Чернівці, e-mail: oksana.baglei@gmail.com

Бедункова Ольга Олександрівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, e-mail: bedunkovaolga@mail.ru

Белікова Олена Юріївна, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України, м. Київ, e-mail: belikova.e.y@gmail.com

Бойко Анастасія Андріївна, аспірантка, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, e-mail: anatoliy_bojko@ukr.net

Бойко Ольга Анатолівна, кандидат біологічних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: anatoliy_bojko@ukr.net

Бровко Ірина Степанівна, Інститут агроєкології і природокористування, м. Київ, e-mail: nauka25@ukr.net

Буждиган Оксана Ярославівна, кандидат біологічних наук, докторант, Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича, м. Чернівці, e-mail: oksana.buzh@gmail.com

Буценко Людмила Миколаївна, кандидат біологічних наук, доцент, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, e-mail: julyja@i.ua

Григорюк Іван Панасович, доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: julyja@i.ua

Гудзь Спепан Петрович, кандидат біологічних наук, професор, Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, e-mail: Inu@Inu.edu.ua

Дем'янюк Олена Сергіївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: demolena@ukr.net

Дерех Ольга Ігорівна, кандидат сільськогосподарських наук, Національний лісотехнічний уні-

верситет України, м. Львів, e-mail: olja.ozarkiv@mail.com

Егорова Тетяна Михайлівна, доктор сільськогосподарських наук, доцент, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: egorova_geochem@rambler.ru

Зборовська Ольга Володимирівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Поліський філіал Українського науково-дослідного інституту лісового господарства і агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького, м. Житомир, e-mail: olga.zborovska@ukr.net

Ільєнко Тетяна Володимирівна, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: agrokosmos@gmail.com

Ключевич Михайло Михайлович, кандидат сільськогосподарських наук, Житомирський національний агроєкологічний університет, м. Житомир, e-mail: Kluchevichm@ukr.net

Коломієць Юлія Василівна, кандидат біологічних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: julyja@i.ua

Копій Леонід Іванович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, e-mail: kor.l@mail.ru

Копій Марія Леонідівна, аспірантка, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, e-mail: marykor@mail.ru

Копча Неля Миколаївна, Інститут захисту рослин НААН, м. Київ, e-mail: kornelia_@ukr.net

Корецький Артем Петрович, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: nauka25@ukr.net

Костишин Степан Степанович, доктор біологічних наук, професор, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, м. Чернівці, e-mail: rector@chnu.edu.ua

Краснов Володимир Павлович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир, e-mail: krasnov_vp@mail.ru

Кучма Тетяна Леонідівна, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: agroecology_naana@ukr.net

Ландін Володимир Петрович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: vlad_land@ukr.net

Лопушняк Василь Іванович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Львівський національний аграрний університет, м. Дубляни, Жовківський р-н, Львівська обл., e-mail: vasyll@mail.ru

Мазур Світлана Олександрівна, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: nauka25@ukr.net

Марків Надія Михайлівна, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, м. Чернівці, e-mail: oksana.baglei@gmail.com

Матвєєва Надія Анатоліївна, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України, м. Київ, e-mail: joyna56@gmail.com

Мельничук Олександр Петрович, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: mesa_1980@mail.ru

Мороз Віра Василівна, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, с. Оброшене, Пустомитівський р-н, Львівська обл., e-mail: agroecology_naam@ukr.net

Назаровець Уляна Романівна, кандидат біологічних наук, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, e-mail: yljanah@ukr.net

Перетятко Тарас Богданович, кандидат біологічних наук, доцент, Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, e-mail: taras.peretyatko@gmail.com

Прус Леонід Іванович, аспірант, Подільський державний аграрно-технічний університет, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл., e-mail: prusl555@gmail.com

Оліферчук Вікторія Петрівна, кандидат біологічних наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, e-mail: victorijaoliferchuk@list.ru

Орловський Анатолій Вікторович, аспірант, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: ostunpower@ukr.net

Ретьман Сергій Васильович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Інститут захисту рослин НААН, м. Київ, e-mail: Kluchevichm@ukr.net

Романова Світлана Адольфівна, кандидат сільськогосподарських наук, ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, e-mail: romanowa@iog.gov.ua

Руденко Олексій Миколайович, аспірант, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: ol.rudenko@ukr.net

Сергушко Олександр Григорович, аспірант, Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, e-mail: o.sergushko@gmail.com

Стародуб Вікторія Іванівна, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: myrzavica88@gmail.com

Суховерхівка Світлана Володимирівна, Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир, e-mail: lis_svet@rambler.ru

Сучек Микола Миколайович, кандидат сільськогосподарських наук, Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, с. Самчики, Старокостянтинівський р-н, Хмельницька обл., e-mail: suchek1977@i.ua>

Тараріко Олександр Григорович, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ e-mail: tarariko@ukr.net

Таширев Олександр Борисович, доктор технічних наук, професор, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К.Заболотного НАН України, м. Київ, e-mail: tach2007@ukr.net

Ткач Євгенія Дмитрівна, кандидат біологічних наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: bio_eco@ukr.net

Цвігун Вікторія Олександрівна, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: vika-natcevich@ukr.net

Чабанюк Ярослав Васильович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: nauka25@ukr.net

Чайка Олена Михайлівна, аспірантка, Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, e-mail: O-Chajka@i.ua

Шавріна Віра Іванівна, аспірантка, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: agroecology_naam@ukr.net

Шевчук Михайло Йосипович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, e-mail: vnu_shevchuk@mail.ru

Шевчук Наталя Ігорівна, аспірантка, Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, e-mail: natysi4ka20082008@ukr.net

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Редакція «Агроекологічного журналу» приймає до розгляду статті з різних аспектів агроекології до рубрик: «Актуальні проблеми екології», «Раціональне природокористування і охорона навколишнього природного середовища», «Агроекологічний моніторинг», «Родючість і охорона ґрунтів», «Біорізноманіття та біобезпека екосистем», «Екологічно безпечні агротехнології», «Оглядові статті», «Сторінка молодого вченого», «Ювілей», «Рецензії».

Подані статті мають бути структуровані відповідно до вимог ВАК України щодо наукових статей (Постанова Президії ВАК України від 15.01.2003 р. № 7–05/1), а саме:

- постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;
- аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання визначеної проблеми і на які спирається автор;
- виділення нерозв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття;
- викладення основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;
- висновки з дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.

Статті подають українською, російською або англійською мовами. До статті додають резюме українською, російською мовами обсягом до 10 рядків (до 1,2 тис. знаків) та розгорнуте (200–250 слів) резюме англійською. Анотації мають містити: прізвища, ініціали авторів, назву статті, місце їх роботи або навчання.

Обсяг статей — до 10 сторінок (до 20 тис. знаків), включаючи всі матеріали (таблиці — не більше 3, рисунки — не більше 3); оглядових — до 15 (до 30 тис. знаків). Список використаних літературних джерел (до 10) складається в порядку цитування і оформлюється відповідно до вимог чинного Національного стандарту України (ДСТУ 8302:2015), з дублюванням (References) відповідно до вимог міжнародних систем транслітерації.

У тексті статті мають бути виділені розділи «Вступ», «Матеріали та методи досліджень», «Результати та їх обговорення», «Висновки». Повторення одних і тих самих даних у тексті, таблицях, графіках неприпустимо. В описі методики досліджень слід наводити лише назви стандартних методів із посиланням на відповідні джерела, в іншому разі слід обмежитись описом оригінальної частини. Якщо в тексті є аббревіатура, подавати її в дужках при першому згадуванні. Автори мають дотримуватися правильної галузевої термінології (див. ДСТУ, СОУ), терміни мають бути уніфікованими.

Викладення результатів досліджень має зводитися не до переказу змісту таблиць і рисунків, а до визначення закономірностей, що з них випливають. В обговоренні результатів слід показати причинно-наслідкові зв'язки між одержаними ефектами, порівняти одержані дані та показати їх новизну.

Посилання на літературне джерело в тексті подається у квадратних дужках із його порядковим номером у списку.

Макет сторінки:

Для оригінал-макета використовується формат А4 з такими полями: верхнє та нижнє — 2 см, ліве — 2,5 см, праве — 1,5 см.

Гарнітури, розміри шрифтів та начертання:

- для заголовка статті: Times New Roman — 14 пт, напівжирний, прописні;
- для основного тексту, УДК, авторів, місця роботи/навчання, виносок, посилань, підписів до рисунків та назв таблиць: Times New Roman — 14 пт;

Типографські погодження та стилі:

Індекс УДК набирається в першому рядку сторінки і вирівнюється за лівим краєм. Заголовок статті набирається в наступному за УДК рядку і вирівнюється посередині. Потім вказують: прізвища, ініціали авторів, нижче — місце роботи (курсивом). Якщо автори з різних установ, після прізвища авторів та назв установ, у яких працюють автори, слід проставити один і той самий верхній цифровий індекс. Далі розташовують анотацію українською мовою.

Таблиці і рисунки роздруковують на окремому аркуші. На полях рукопису слід проставити номери таблиць та рисунків проти тих місць, де їх треба заверстати.

Таблиці мають бути виконані в Microsoft Office Word; формули — у редакторі формул MS Equation; графіки — у Microsoft Office Excel, фотографії — у форматі .jpg, .tif або надавати оригінали. Всі ілюстрації треба подавати у чорно-білому варіанті або у градаціях сірого кольору.

Для опублікування статті автору необхідно подати:

- Текст статті — на паперовому (у двох примірниках) і електронному носіях. Стаття має бути підписана авторами на останній сторінці.
- Лист-направлення від установи, де виконано роботу.
- Експертний висновок про можливість публікації матеріалів.
- Дві рецензії докторів наук або доктора і кандидата наук.
- Відомості про авторів — адреси і контактні телефони, електронну адресу (e-mail) першого або відповідального автора.

Відповідальність за зміст статті несе автор. Рукописів редакція не повертає.

Адреса редакції: Інститут агроєкології і природокористування НААН,
вул. Метрологічна, 12, Київ-143, 03143

Довідки за телефонами: (044) 522-60-62.

E-mail: agroecojournal@ukr.net

ДО УВАГИ ПЕРЕДПЛАТНИКІВ!

Триває передплата

«АГРОЕКОЛОГІЧНОГО ЖУРНАЛУ»

на 2017 рік

«Агроекологічний журнал» — щоквартальний науково-теоретичний часопис, засновниками якого є Інститут агроекології і природокористування Національної академії аграрних наук України, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України».

«Агроекологічний журнал» публікує:

- *статті, присвячені актуальним дослідженням у галузі агроекології;*
- *науково-методичні праці;*
- *теоретичні розробки з викладенням нових гіпотез, принципів, підходів до розв'язання агроекологічних проблем;*
- *оглядові статті з найактуальніших проблем аграрної науки;*
- *позачергові статті молодих вчених та здобувачів.*

«Агроекологічний журнал» внесено до переліку наукових фахових видань ДАК України, що публікують результати дисертаційних досліджень із сільськогосподарських та біологічних наук, і до міжнародних інформаційних та наукометричних баз Research Bib Journal Database (Японія), РІНЦ (Російська Федерація), Index Copernicus (Республіка Польща), Googl Scholar (США), Ulrich's Periodicals Directory (США).

Передплатити «Агроекологічний журнал» можна в усіх пунктах передплати та відділеннях зв'язку

Передплатний індекс журналу 23828