

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

3•2016

Виходить чотири рази на рік

ЗАСНОВНИКИ

Інститут агроекології і природокористування
Національної академії аграрних наук України

Державна установа
«Інститут охорони ґрунтів України»

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ

вул. Метрологічна, 12, Київ-143, 03143

тел. (044) 522-60-62

e-mail: agroecojournal@ukr.net

<http://journalagroeco.org.ua>

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

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

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

Редколегія не завжди поділяє думки авторів статей

**Журнал друкується і поширюється через мережу Інтернет
за рішенням вченої ради Інституту агроекології і природокористування НААН
(протокол № 5 від 16.08.2016)**

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 21008-10808 ПР від 15.10.2014

Підписано до друку 17.10.2016 р. Формат 70×100/16. Друк офсетний.

Ум. друк. арк. 15,48. Наклад 250 прим. Зам. № АЕ-03–16.

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

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

3 • 2016



КИЇВ • 2016

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

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

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

Відповідальний секретар

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

РАЦІОНАЛЬНЕ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

- Палапа Н.В., Пронь Н.Б., Устименко О.В.**
Розвиток земельних відносин у контексті децентралізації управління в Україні
- Коваленко І.М.**
Структурно-функціональні зв'язки в лісових екосистемах НПП «Деснянсько-Старогутський»
- Павленко А.В., Лісовий М.М., Чайка В.М.**
Реакція популяцій хижих тварин на природоохоронні заходи

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ

- Корнелюк Н.М., Конякін С.М., Гродзинська Г.А.**
Вміст важких металів у листках *Tilia cordata* Mill. та ґрунті урбоекосистем м. Черкас
- Довгаль Г.П., Волошина Н.О.**
Вплив регіональних погодних аномалій на агроекосистеми Лівобережного Лісостепу
- Фещенко В.П., Гуреля В.В.**
Закономірності переходу ^{137}Cs у лучну рослинність на заплавних ґрунтах
- Дем'янюк О.С., Шерстобоева О.В., Клименко А.М., Чабанюк Я.В.**
Вплив гідротермічного режиму вегетації на екологічний стан ґрунту та врожайність кукурудзи
- Аристархова Е.О.**
Особливості визначення токсичності питної води

РОДЮЧІСТЬ І ОХОРОНА
ҐРУНТІВ

- Корсун С.Г., Довбаш Н.І., Оліферчук В.П.**
Залежність біологічної активності ґрунту від забрудненості екоотопів важкими металами
- Воротинцева Л.І.**
Ґрунтово-меліоративні показники чорнозему звичайного за краплинного зрошення
- Василенко М.Г., Зосімов В.Д., Дмитренко О.В., Шило Л.Г., Костиюченко М.В.**
Радіологічне забруднення ґрунтів Київської області через 30 років після аварії на ЧАЕС

RATIONAL NATURE
MANAGEMENT

- Palapa N., Pron N., Ustymenko O.**
Development of land relations in the context of government decentralization in Ukraine
- Kovalenko I.**
Structural and functional links in forest ecosystems in the national natural park «Desniansko-Starohutskiy»
- Pavlenko A., Lisovyi M., Chaika V.**
Reaction of carnivorous animal populations on environmental measures

AGROECOLOGICAL MONITORING

- Korneliuk N., Koniakin S., Hrodzynska H.**
The content of heavy metals in the leaves of *Tilia cordata* Mill. and in the soils of urban ecosystems of Cherkasy city
- Dovhal H., Voloshyna N.**
Impact of regional weather anomalies on the agroecosystems of the Left Bank Forest Steppe
- Feshchenko V., Hurelia V.**
Regularities of ^{137}Cs transition into meadow vegetation in flood-plain soils
- Demyanyuk O., Sherstoboieva O., Klymenko A., Chabaniuk Ya.**
Influence of hydrothermal regime of vegetation on the ecological state of soil and corn yield
- Arystarkhova E.**
Features of the determination of drinking water toxicity

FERTILITY AND PROTECTION
OF SOILS

- Korsun S., Dovbash N., Oliferchuk V.**
Dependence of soil biological activity on ecotopes contamination with heavy metals
- Vorotyntseva L.**
Soil and land reclamation indicators of typical chernozem according to drop irrigation
- Vasylenko M., Zosimov V., Dmytrenko O., Shylo L., Kostiuchenko M.**
Radiological contamination of soils in Kiev region after 30 years of the Chernobyl accident

ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНІ АГРОТЕХНОЛОГІЇ

- Білявська Л.О.**
Вплив метаболічних біопрепаратів на основі ґрунтових стрептоміцетів на продуктивність пшениці ярої
- Коломієць Ю.В., Григорюк І.П.,
Буценко Л.М., Білявська Л.О.**
Системна дія мікробних препаратів на збудники бактеріальних хвороб рослин томатів
- Слюсар І.Т., Богатир Л.В.**
Вплив основного обробітку та удобрення на врожайність кукурудзи на осушуваних ґрунтах Лісостепу
- Дубовий В.І., Парфенюк С.М.**
Особливості зимостійкості та способи екологічної оцінки морозостійкості озимих зернових культур
- Дерев'яно Н.П., Бражко О.А.,
Завгородній М.П., Васильєва Т.М.**
Ефективність та безпечність використання нових стимуляторів росту рослин, створених на основі похідних гетерилкарбонових кислот
- Свечкова Н.В., Сидоров М.А.,
Стадник А.П.**
Вплив біологічно активних добавок на плодючість каналного сома (*Ictalurus punctatus*)

БІОРИЗНОМАНІТТЯ ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

- Бровко І.С., Чабаниук Я.В.,
Мазур С.В., Ящук В.У.**
Біосенсорні властивості ґрунтової мікробіоти за дії пестицидів
- Крутило Д.В., Надкернична О.В.,
Шерстобоева О.В.**
Різноманіття бульбочкових бактерій квасолі в агроценозах України
- Копилов Є.П., Йовенко А.С.**
Азотфіксувальне мікробне угруповання кореневої зони та продуктивність гречки за впливу гриба *Chaetomium cochliodes*
- Дорош Л.С., Перетятко Т.Б.,
Гудзь С.П.**
Сульфидогенна активність бактерій *Desulfomicrobium* sp. CrR3 за впливу нітриту та молібдату натрію

ENVIRONMENTALLY SAFE AGROTECHNOLOGIES

- 74 **Biliavska L.**
Impact of metabolic biopreparations based on soil streptomycetes on productivity of spring wheat
- 83 **Kolomiets Yu., Hryhoriuk I.,
Butsenko L., Biliavska L.**
Systemic effect of microbial preparations on causative microorganisms of bacterial diseases of tomato plants
- 89 **Slusar I., Bohatyr L.**
Influence of basic cultivation and fertilization on corn yield on irrigated soils of the Forest Steppe
- 95 **Dubovyi V., Parfeniuk S.**
Peculiarities of cold resistance and methods of ecological assessment of frost resistance of winter grain crops
- 100 **Derevianko N., Brazhko O.,
Zavhorodnii M., Vasylyeva T.**
Effectiveness and safety of application of new plant growth stimulators based on derivatives of heterylcarboxylic acids
- 104 **Svechkova N., Sydorov M.,
Stadnyk A.**
Influence of biologically active additives on the fertility of channel catfish (*Ictalurus punctatus*)

BIODIVERSITY AND BIOSAFETY OF ECOSYSTEMS

- 111 **Brovko I., Chabaniuk Ya.,
Mazur S., Yashchuk V.**
Biosensor properties of soil microbiota under the action of pesticides
- 117 **Krutylo D., Nadkernychna O.,
Sherstoboieva O.**
The diversity of bean nodule bacteria in Ukrainian agrocenoses
- 125 **Kopylov Ye., Yovenko A.**
Nitrogen-fixing microbial grouping of the root zone and buckwheat productivity under the influence of fungus *Chaetomium cochliodes*
- 131 **Dorosh L., Peretiatko T.,
Gudz S.**
Sulfidogenic activity of bacteria *Desulfomicrobium* sp. CrR3 under the influence of nitrite and sodium molybdate

- Гриник І.В., Москалець Т.З., Москалець В.В.** 136
Формування параметрів консорцій бур'янів залежно від генотипового і видового складу представників триби *Triticeae* в умовах екотону Полісся-Лісостеп
- ОГЛЯДОВА**
- Тертична О.В., Сваліавчук Л.І.** 142
Перспективи екологічних досліджень *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) у птахівництві
- СТОРИНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО**
- Дементьєва О.І.** 148
Дренажно-скидні стоки рисової зрошувальної системи як додатковий резерв поливної води
- Мазур І.О.** 153
Ідентифікаційна відповідність плавневих біотопів Північно-Західного Причорномор'я
- Ал-Ясірі Хусам Моханад** 159
Стійкість сортів ячменю ярого до збудника летючої сажки (*Ustilago nuda* Kell. et Swing)
- ДИСКУСІЇ**
- Задорожня Г.П., Кваша Т.К., Паладченко О.Ф.** 162
Інноваційний потенціал екологічної складової в аграрній науковій сфері
- ЮБІЛЕЇ**
- В.П. Патиці – 70** 169
Г.О. Іутинський – 70 171
А.І. Парфенюк – 65 171
- Hrynyk I., Moskalets T., Moskalets V.** 136
Peculiarities of forming weed consortia parameters depending on species genotype and composition of representatives of the tribe *Triticeae* under the ecotone Polissia-Forest-Steppe
- REVIEW ARTICLE**
- Tertychna O., Svaliavchuk L.** 142
Prospects of ecological investigations of *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) in poultry industry
- YOUNG SCIENTIST'S PAGE**
- Dementieva O.** 148
Drainage waste runoff of rice irrigation system as an additional reserve of irrigation water
- Mazur I.** 153
Identification conformity of wetlands biotopes of the Northwest of the Black Sea region
- Yasser Al-Husam Mohanad** 159
Stability of spring barley varieties to the pathogen *Ustilago nuda* Kell. et Swing
- DISCUSSION**
- Zadorozhnia H., Kvasha T., Paladchenko O.** 162
Innovative potential of the environmental component in agricultural scientific field
- JUBILEE**
- V. Patyka – 70** 169
H. Iutyńska – 70 171
A. Parfeniuk – 65 171

DEVELOPMENT OF LAND RELATIONS IN THE CONTEXT OF GOVERNMENT DECENTRALIZATION IN UKRAINE

N. Palapa¹, N. Pron¹, O. Ustyenko²

¹ Інститут агроєкології і природокористування НААН

² Дослідна станція лікарських рослин ІАП НААН

Визначено суть та доцільність проведення децентралізаційної реформи в Україні, зокрема щодо її впливу на подальший розвиток сільських територій. Увагу зосереджено на питаннях земельних відносин як ефективного інструменту управління новостворених об'єднаних територіальних громад. Проаналізовано нинішній стан функціонування та діяльності особистих селянських господарств як представників малого агробізнесу на сільських територіях в Україні. Розглянуто питання доцільності утворення локальних агропродовольчих ринків з метою реалізації сільськогосподарської продукції. Висвітлено можливі загрози у процесі об'єднання територіальних громад унаслідок недостатнього дослідження питань екологічного стану на цих територіях, а також їх соціально-економічного розвитку. Розглянуто європейський досвід проведення реформ місцевого самоврядування, зокрема особливостей функціонування найменших адміністративних одиниць у Республіці Польща — гмін. Підсумовано результати проведення адміністративно-територіальної реформи в Україні та висвітлено інформацію щодо утворення та функціонування об'єднаних територіальних громад у регіональному розрізі.

Ключові слова: децентралізаційна реформа, сільські території, земельні відносини, об'єднана територіальна громада, особисті селянські господарства, сільськогосподарська продукція.

The issues of sustainable rural development in Ukraine are especially actual today, when processes of power decentralization, local government reforms and European integration are being actively provided. In view of this, rural area is the subject of many scientific researches in the field of governmental regulation, regional development and social policy. The famous Ukrainian scientist O. Pavlov notes that «... the condition in which peasantry is being today is contradictable to its state-building status. Social changes that took place in the Ukrainian state in the past two decades, did not contribute to the removal of the peasantry to the required level of state-building, caused a threatening situation not only for it but also for the further existence of Ukraine as a sovereign state» [1].

No less important rural area is also for the agricultural sector development, food industry, environmental economics, agro-ecology

and environmental management. Researches of the condition and development tendencies of rural areas is a priority task also for the simple reason that questions concerning possession and using of land plots that are located outside rural areas remains unsolved till these days, because agricultural land is the main instrument for gaining income in rural areas. All of this constitutes the relevance of the selected research theme.

RESEARCH MATERIALS

It should be mentioned that reforming administrative and territorial structure in Ukraine was a matter of time and a necessary condition for village overcoming from systemic crisis, that is accompanied by rapid demographic decline and numerous migration flows, decrease of social and engineering infrastructure, reducing the share of rural employment and workplaces in rural territories. As a result of such situation the ecological state continued to escalate over there.

To such a situation have also contributed the reasons of state indifference and legislative disorder towards functioning of small agricultural business — so called personal peasant households. Comparing with the activities of farmers and powerful agricultural enterprises (agro-holdings), owners of personal peasant households are not able to compete in the process of rational land using. That is why they do not have opportunity to be fully engaged into the agricultural chain because of the following important reasons [2]: lack of government subsidies, grants and accessible crediting, very small amount of a land plot, dominance of manual labor over mechanical and automated one, absence of technical support (tractors, combines, etc.), impossibility of complete realization of agricultural production (as a rule this production is realized on spontaneous markets without prior conducting of expert evaluation of agricultural production quality that is characterized by a lack of agrochemical examination of soil, surface water and underground water, etc.).

The problem of a large number of spontaneous markets in Ukraine has been tried to be solved by creating special agricultural local markets. However, experience has shown that today opportunities for the development of agroindustrial market in our local communities is not very successful. Nationwide decline in production that is the lowest during all the periods of Ukrainian independence and decrease of personal purchasing power, rapid growth of energy costs — all this have a negative affect on the market development in general, and agroindustrial in particular. Another very important reason is the absence of our consumer understanding that there is «massive» agricultural production from agricultural holdings with the full range of chemicals that are used in its cultivation and there is another — agricultural production from personal peasant households or small farmers, more or less eco-friendly, and therefore it should be much more expensive. Spontaneous or civilized markets near the roadways in Ukraine are also unpromising today, as the number of buyers travelling along the roads is rather small. Rather interesting variant is

creation of virtual shopping site (internet-market) of agricultural production with the services and opportunity to make reservations via the Internet and delivery the necessary products not only locally, but also to the nearest large settlements. Unfortunately this direction has not been developed in Ukraine.

However, more realistic is the idea of agricultural fairs organization, for example, at least once a week in a district center. Those owners of personal peasant households who wish to sell their production could rent the necessary transport to provide a comfortable and safe route of agricultural products exportation to the district center. In addition, high demand could have the products of organic agriculture, but it requires to have a starting capital for the appropriate organization of such kind of business. As a consequence another way was chosen — creation of agricultural cooperatives, which are the connection link between agricultural producers and consumers.

Nowadays it is also important to consider the consequences of climate changes, increasing greenhouse effect and drought or conversely — sudden increase in rains, downpours and hail. The main fact is that agricultural activity in Ukraine is a seasonal business and directly dependent on natural and climatic features. In Ukraine natural and technogenic catastrophes have been recently observed even more often and anthropogenic impact on the the natural landscape increases dramatically, as a result the level of ecological danger is constantly growing [3]. Along with agriculture, the role of ecological safety increases also in the forestry and fish industry, and therefore requires carrying out comprehensive scientific researches in order to improve the level of ecological safety, as these industries are harmoniously connected and interdependent of each other.

The ecological and agro-ecological condition on rural areas is worsening annually because of deterioration of socio-economic situation, as well as improper depletion of agricultural lands by powerful agricultural enterprises on rural areas. That is why it causes the declining of the world's best lands —

Table 1

Gmina Expenditures in Principal Sectors, years [5]

Function	1991	1994	1996	1999
Agriculture	3.1	2.3	2.3	2.0
Transportation	2.9	1.9	1.8	2.2
Public utilities	28.0	26.8	22.3	22.2
Housing	7.8	6.7	4.2	4.7
Education	16.0	25.5	37.4	36.7
Culture and arts	3.9	3.3	2.7	2.8
Health care	7.0	8.7	6.1	6.1
Public welfare	7.7	9.9	9.2	9.6
Administration	10.4	10.3	9.7	9.7
Subsidies	8.4	0.7	0.2	0.1
Other	4.8	3.9	4.1	3.9

Ukrainian black soils, useful properties and soil fertility are being deteriorated and the content of heavy metals in the soil increases rapidly, as well as erosion and deflation process of soil, agricultural production is often contaminated with various chemical microelements in extremely impermissible concentrations. And if the owners of farms or agricultural holdings can afford conducting laboratory examination of agricultural production quality, the owners of personal peasant households have no such opportunity due to the large financial expenditures of such surveys.

Thus, decentralization reform in Ukraine, which involves the power transfer to the lowest level of government – local communities, is essential process through which village will be revived and improve its development. The evidence of this is conducted before decentralization reforms in many European countries [4], in particular in Poland (Table 1), etc.

RESULTS AND DISCUSSION

It is expedient to consider the prerequisites of decentralized reform in Ukraine. So the administrative-territorial structure of Ukraine was inherited from the former Soviet Union and is characterized by a high level of power centralization. In addition, the representative bodies at the local level have not become leaders of effective policy of human interests and ensuring protection of the urgent needs of

communities. Low efficiency of local government activities in a large extent is caused by inadequate level of budget financing mechanism and the lack of transfer of financial resources to the level of local communities [6].

The excessive centralization of power, its inefficient organization at the regional level, non-ability of local government still remain a problem in Ukrainian society. Decentralization of power includes both political and administrative components. It can be territorial – the removal of power authority from the central city to other territories, and may be functional – by granting authority on decision making from the main authority of any branch of government to government officials of lower levels [7]. This process was called «new government management», which was described as decentralization, objective management, competition of local and government coordination [8].

According to the European Charter of Local Self-Government of 15 October 1985 [9], the content of local government consists of guaranteed by the state law and the real ability of local communities of most citizens (local groups) and formed by them authorities independently and under its responsibility solve a specific part of public affairs, acting within the constitution norms and laws of appropriate state. Local government bodies acknowledged as one of the main foundations of any democratic society.

On June 17, 2014 the Supreme Council of Ukraine adopted the first package of «decentralization laws» – the Law of Ukraine «On cooperation of territorial communities». Thus decentralisation implies the creation of financially independent communities that can separately at an adequate level maintain kindergartens and schools, outpatient clinics, cultural centers and clubs, roads, infrastructure etc. of a particular settlement. In short, decentralization is a real way to improve the quality of daily life of the inhabitants of each village, town or city. European and international experience shows that problems of a particular settlement can be effectively resolved only locally. Decentralization involves the transfer of authority to solve local problems on the community level, ensuring them by their own financial resources that will make them able to resolve these problems. Thus, power decentralization reform requires resolving the following five key tasks:

- 1) to determine the territorial basis of local government and executive power;
- 2) to delimit authority between local governments at various levels;
- 3) to delimit authority between local governments and the executive power;
- 4) to determine the necessary amount of resources at each level;
- 5) to provide accountability of local government to electorate and state.

However, the key to the actual implementation of such reforms should be excellent level of communication, interaction with all relevant stakeholders and the public. Considering this in Ukraine appeared a new concept – self-sufficient communities. Under the self-sufficiency of territorial communities we understand the ability by their own activities to create and play back necessary social and economic conditions to satisfy needs of their population by activating the internal resources of rural areas. The main signs of self-sufficient communities are:

- expanded reproduction of human capital;
- availability of own developed economic system and its high adaptive capacities in the external environment;

- available for rural population social mechanism of meeting the needs;
- organizational and financial autonomy and legal capacity of local governments;
- well-balanced, ecological and economic justification of resource potential usage of the community to create favorable living environment for its residents;
- participation and adequate control of community residents of both internal and external relationships and processes regarding their life at all levels, from the highest (state) to the lowest (local);
- integration of residents into socio-economic processes of their community and their effective cooperation, solidarity and partnership.

As a multi-functional systems rural communities should have an appropriate set of subsystems and components that must function in appropriate manner. Based on the fact that rural area as a system has the following components as economic, social, environmental, management, our research shows that self-sufficient community should have a set of institutions necessary for its full functioning. Their minimal set is: production industry, industrial infrastructure and social infrastructure, housing and utilities infrastructure, governing bodies.

It should be noted that since 1991 in Ukraine the number of rural population has decreased by 2.5 million persons and the number of villages – to 348 units. At the same time number of Village Councils increased by 1.067 units. In 2015 in Ukraine about 12 thousand of territorial communities were formed and in more than 6 thousand territorial communities the number of residents is less than 3 thousand people (in 4809 territorial communities is less than one thousand people and in 1129 – less than 500), in the majority of them executive bodies of Village Councils were not formed, there are no budget organizations, utilities etc. Local government bodies of such communities practically cannot implement given for them by law authorities.

The table 2 shows that in 2015, 794 village, town and city councils, which include

Table 2

**Basic information about United Territorial Communities (UTC) in Ukraine
in the process of decentralization, 2015 [10]**

Regions of Ukraine	Number of UTC	Number of human settlements	Square, km ²		Square percentage of UTC in total area of region, %	Population percentage of UTC in total area of region, %
			Regions of Ukraine	UTC		
Ternopil	26	283	13823	3830	27.7	21.3
Khmelnysky	22	490	20645	7414	35.9	23
Dnipropetrovsk	15	159	31914	3982	12.5	4.1
Lviv	15	151	21833	1107	5.1	2.6
Poltava	12	179	28748	2101	7.3	6
Chernivsti	10	45	8097	768	9.5	9
Zhytomyr	9	152	29832	2573	8.6	4.1
Odessa	8	98	33310	2586	7.8	3.6
Zaporizhia	6	57	27180	2262	8.3	2.2
Volyn	5	80	20144	1094	5.4	2.6
Rivne	5	41	20047	948	4.7	2.3
Chernihiv	5	57	31865	1678	5.3	2.3
Donetsk	3	65	26517	1738	6.6	1.3
Ivano-Frankivsk	3	26	13900	409	2.9	2.5
Cherkasy	3	12	20900	381	1.8	1.5
Vinnysia	2	14	26513	218	0.8	1.5
Zakarpattia	2	6	12777	168	1.3	2.5
Kirovohrad	2	25	24588	426	1.7	2.6
Luhansk	2	30	26684	1014	3.8	1.2
Kiev	1	6	28131	211	0.7	0.6
Mykolaiv	1	4	24598	229	0.9	0.3
Sumy	1	21	23834	465	2	0.5
Kherson	1	14	28461	206	0.7	0.3
Kharkiv	0	0	31415	0	0	0
Totally	159	794	2015	575756	6.2	3.5

2015 settlements, voluntarily united into 159 territorial communities (hereinafter UTC). The largest number of UTC was established in Ternopil (26) and Khmelnytsky region (22). The total area of UTC was 35807 km², that represents 5.9% of the total area of Ukraine (excluding Kyiv and Crimea Autonomous Republic) [10].

CONCLUSIONS

The most important role in the decentralization process plays local government reform and territorial organization of power according to the main provisions of European integration concept. Under these conditions,

rural area gets a special status in Ukraine, which from this time is a structural unit of united territorial community. This is where the key issue of land relation reforming on rural areas. Also in the context of decentralization first step for the sustainable development of rural areas and territorial communities is the formation of a common vision and action plan towards the implementation of main decentralization goals – to create a strategy of territorial community development, taking into account not only social and economic but also ecological features. Our further scientific researches would be devoted to the highlighting of this issue.

ЛІТЕРАТУРА

1. Павлов О.І. Українське селянство як дзеркало процесу державотворення [Електронний ресурс] / О.І. Павлов // Актуальні проблеми державного управління. — 2011. — № 1. — С. 302–308. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/apdy_2011_1_37
2. Гнатів Н.Б. Соціально-економічні та агроекологічні проблеми сільських територій / Н.Б. Гнатів // Збалансоване природокористування. — 2014. — № 4. — С. 84–86.
3. Нагірна В.П. Можливі загрози сільському господарству України з позицій екобезпеки [Електронний ресурс] / В.П. Нагірна, І.Г. Савчук // Економіка України. — 2014. — № 2. — С. 71–83. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/EkUk_2014_2_7
4. European Commission. EU Land Policy Guidelines [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://ec.europa.eu/europeaid/sites/devco/files/methodology-eu-land-policy-guidelines-200411_en_2.pdf
5. Regulski J. Local government reform in Poland. An insider's story [Електронний ресурс] / J. Regulski. — London: Open Society Institute, 2003. — Режим доступу: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/untc/unpan012822.pdf>
6. Верещук І.А. Особливості територіальної організації влади Львівської області / І.А. Верещук // Економічний часопис — XXI. — 2011. — № 9–10. — С. 54–56.
7. Definition of decentralization, Merriam-Webster Dictionary [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.merriam-webster.com/dictionary/decentralization>
8. Managing Decentralisation: A New Role for Labour Market Policy, Organisation for Economic Cooperation and Development, Local Economic and Employment Development (Program), OECD Publishing, 2003. — 135 p.
9. Європейська хартія місцевого самоврядування (Страсбург, 15.10.1985 р.); Хартію ратифіковано Законом № 452/97–ВР від 15.07.97 (Дата підписання: 6.11.1996 р.) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua>
10. Фінансова децентралізація в дії [Електронний ресурс] / Офіційний сайт Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. — Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua/decentralization/presentation/finansova-detsentralizatsiya-v-diyi>

REFERENCES

1. Pavlov O.I. (2011). *Ukrayinske selyanstvo yak dzerkalo procesu derzhavotvorennia* [Ukrainian peasantry as a mirror of the process of state building]. *Aktualni problemy derzhavnogo upravlinnia* [Actual problems of state administration], No. 1, pp. 302–308. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/apdy_2011_1_37 (in Ukrainian).
2. Gnativ N.B. (2014). *Sotsialno-ekonomichni ta agroekologichni problemy silskykh terytorij* [Socio-economic and agroecological problems of rural areas]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia* [Balanced Nature Management], No. 4, pp. 84–86 (in Ukrainian).
3. Nahirna V. P., Savchuk I. H. (2014). *Mozhlyvi zahrozy silskomu hospodarstvu Ukrainy z pozytsii ekobezpeky* [Possible threats to agriculture of Ukraine from the standpoint of ecological safety]. *Ekonomika Ukrainy* [Economy of Ukraine], No. 2, pp. 71–83. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/EkUk_2014_2_7 (in Ukrainian).
4. European Commission. EU Land Policy Guidelines. Available at: https://ec.europa.eu/europeaid/sites/devco/files/methodology-eu-land-policy-guidelines-200411_en_2.pdf (in English).
5. Regulski J. (2003). Local government reform in Poland. An insider's story. London: Open Society Institute. Available at: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/untc/unpan012822.pdf> (in English).
6. Vereshchuk I.A. (2011). *Osoblyvosti terytorialnoi orhanizatsii vldy Lvivskoi oblasti* [Features of territorial organization of authorities of Lviv region] *Ekonomichnyi chasopys — XXI* [Economic Journal — XXI], No. 9–10, pp.54–56 (in Ukrainian).
7. Definition of decentralization, Merriam-Webster Dictionary Available at: Access: <http://www.merriam-webster.com/dictionary/decentralization> (in English).
8. Managing Decentralisation: A New Role for Labour Market Policy, Organisation for Economic Cooperation and Development, Local Economic and Employment Development (Program), OECD Publishing, 2003, p. 135 (in English).
9. The European Charter of Local Self-Government, Strasbourg, 15 October 1985. Available at: http://www.coe.int/t/congress/sessions/18/Source/CharteEuropeenne_en.pdf (in English).
10. Official website of the Ministry of Regional Development, Building, Housing and Communal Services of Ukraine. Fiscal decentralization in action. Available at: <http://www.minregion.gov.ua/decentralization/presentation/finansova-detsentralizatsiya-v-diyi/> (in Ukrainian).

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗВ'ЯЗКИ В ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ НПП «ДЕСНЯНСЬКО-СТАРОГУТСЬКИЙ»

І.М. Коваленко

Сумський національний аграрний університет

Проаналізовано видовий склад трав'яно-чагарничкового ярусу основних лісових фітоценозів НПП «Деснянсько-Старогутський». Відповідно до еколого-флористичної класифікації, в регіоні проведення досліджень виділили шість класів лісової рослинності, за якими здійснено ревізію характерних видів рослин. Встановлено, що для типових рослин трав'яно-чагарничкового ярусу властивими є широкі амплітуди за основними екологічними чинниками (температура, вологість, континентальність). На основі даних про індивідуальний екологічний оптимум рослини в трав'яно-чагарничковому ярусі лісових екосистем північно-східної частини України можна очікувати збільшення частки гідрофільних і термофільних видів за відповідного зниження ксерофільних і бореальних видів рослин.

Ключові слова: функціональні зв'язки, трав'яно-чагарничковий ярус, синтаксони, характерні види.

Ліси є національним багатством будь-якої держави світу. Загальна лісовкрита площа земної кулі становить близько 1,2 млрд га. В Україні площа лісового фонду сягає понад 10 млн га, у т.ч. лісовкритої площі — 8,6 млн га. Лісистість в Україні становить 14,3% [1], більшість лісів зосереджено в Карпатському регіоні і на північному сході України.

На території України лісові екосистеми розрізняються за багатьма параметрами залежно від регіону їх розташування. А.П. Травлєєв і Н.А. Белова наголошували: «Ліс є явище географічне» [2]. Порівняно з іншими регіонами України, її північно-східна частина відрізняється підвищеною лісистістю. Ліси цього регіону, крім їх суто господарської цінності, мають особливе екологічне значення як стабілізатори водного режиму та центри збереження біорізноманіття. Стійкість лісових фітоценозів визначається складом, структурою і функціонуванням усіх їх біологічних структурних складових і, зокрема, надґрунтового трав'яно-чагарничкового ярусу, від якого залежить збереження насіння деревних лісоутворювальних видів, життєздатність і прогресивний розвиток їх сходів і дрібного підросту. Трансформації трав'яно-чагарничкового ярусу лісових фітоценозів,

які виникають під дією певних чинників (глобальне потепління клімату, відновні сукцесії на природно-заповідних територіях різного рівня, рекреаційні та інші антропогенні сукцесії тощо), неминуче позначаються на статусі лісоутворювальних деревних порід, а отже, і на стані лісових екосистем загалом.

Загальне поширення лісових трав і чагарничків у лісових екосистемах визначається їх фітоценотичною стійкістю. Помічено, що фітоценотична стійкість рослин є найбільшою в центральній частині ареалу. У лісових екосистемах на склад нижніх ярусів значний вплив має порідний склад деревостану, зімкненість деревного покриву і, своєю чергою, обумовлений дією цих чинників рівень освітленості. Цій проблемі присвячено роботу низки вчених [3]. Механізмом прямої дії деревних порід на трав'яно-чагарничковий ярус є структура фітогенних полів.

Саме тому метою роботи було проаналізувати видовий склад трав'яно-чагарничкового ярусу основних лісових фітоценозів регіону на рівні класів рослинності та визначити індивідуальний екологічний оптимум основних видів трав і чагарничків. Реалізація цього завдання є доволі актуальною, оскільки останніми десятиліттями чітко простежується дія на ліси регіону

глобального потепління клімату й зміни типів користування цими лісами.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Геоботанічні дослідження лісових екосистем північно-східної частини України проводили на базі Національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» і прилеглих територіях). На основі більше ніж 500 геоботанічних описів, зроблених упродовж вегетаційних сезонів 2000–2014 рр., і літературних даних [4, 5] наведено шість класів лісової рослинності регіону і здійснено ревізію складу характерних видів. На наступному етапі роботи були використані методи фітоіндикації [6, 7] й точкові шкали Еленберга [8] та Ландольта [9]. Види рослин трав'яно-чагарничкового ярусу, характерні для кожного з центральних синтаксонів регіону дослідження, були згруповані за трьома найважливішими екологічними чинниками (температура, вологість ґрунту і континентальність) за їх відповідною схожістю.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відповідно до еколого-флористичної класифікації, в регіоні проведення досліджень можна виділити шість класів лісової рослинності. Однак різні синтаксони лісових фітоценозів займають неоднакові площі і за цією ознакою можуть бути поділені на: а) центральні, що мають значне поширення; б) маргінальні, що трапляються рідше і займають невеликі площі.

Аналіз характерних (діагностичних) для кожного з класів видів рослин, які входять до складу трав'яно-чагарничкового ярусу, засвідчив, що в різних авторів переліки цих видів не збігаються внаслідок використання різних принципів регіоналізму. Значною мірою на такі розбіжності впливає і суб'єктивізм синтаксономічних рішень, який виявляється не лише на рівні союзів і асоціацій, але й на рівні класів рослинності [10].

Для класифікації лісів запропоновано низку різних схем. В Україні перспективною є типологія природних лісів, розроблена О.Л. Бельгардом [11, 12]. Аналіз

загальних монографій щодо еколого-флористичної класифікації, виконаних у північно-східній частині України [4, 5], надав змогу здійснити ревізію складу характерних видів для шести класів рослинності, зареєстрованих у цьому регіоні. Так, зі списку характерних видів були виключені види, які взагалі не трапляються в регіоні або є рідкісними, натомість додані види рослин, характерні для лісових угруповань території. Також з аналізу були виключені деревні рослини і кущі (табл. 1).

Для кожного з видів трьох центральних класів було оцінено їх індивідуальний екологічний оптимум за такими шістьма чинниками: 1 — освітленість, 2 — температура, 3 — континентальність, 4 — вологість, 5 — кислотність ґрунту, 6 — родючість ґрунту. В основу була покладена точкова шкала Еленберга [8], у якій режим вологості поділено на 12 ступенів, а інші екологічні режими — на дев'ять. З огляду на те що шкала Еленберга не охоплює всіх вказаних видів і має багато пропусків в оцінці деяких режимів, дані були доповнені точковою шкалою Ландольта [9]. У цій шкалі всі екологічні чинники поділено на п'ять ступенів, тому було проведено відповідне перетворення балів.

Потім види кожного класу були згруповані за трьома найважливішими екологічними чинниками (температура, вологість ґрунту і континентальність) за їх екологічною схожістю. Виявилось, що в класі *Quercetea robori-petraeae* (рис. 1) серед характерних для цього класу видів рослин існує група видів, які мають екологічний оптимум 5, 6 і 7, тобто амплітуда індивідуальних екологічних оптимумів становить два рівні шкали Еленберга. За режимом вологості до групи характерних видів були внесені види з оптимумом на рівні 3, 4, 5, 6 і 7.

У класі *Vaccinio-Piceetea* (рисунком — а) широта екологічних амплітуд у групі характерних видів також є значною і становить: за вологістю — 4, температурою — 2 і континентальністю — 5 східців шкали.

Подібні показники виявлено і для характерних видів класу *Pulsatillo-Pinetea* (рисунком — б). У цьому класі амплітуда

Таблиця 1

**Основні синтаксони лісових фітоценозів НПП «Деснянсько-Старогутський»
та їх характерні види в трав'яно-чагарничковому ярусі**

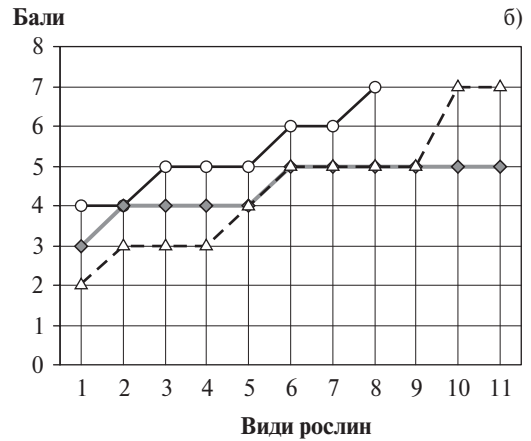
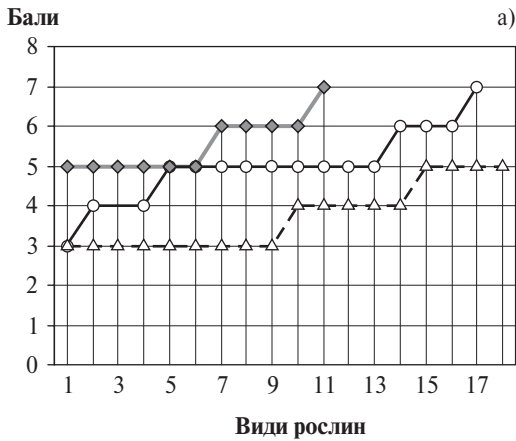
№ пор.	Клас	Основні характерні види класу порядків і союзів, що входять до нього
Центральні синтаксони		
1	<i>Querceto-Fagetea</i> Br.-Bl., 1937	1. <i>Aegopodium podagraria</i> L., 2. <i>Anemoneides nemorosa</i> L., 3. <i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv., 4. <i>Campanula trachelium</i> L., 5. <i>Carex digitata</i> L., 6. <i>Convallaria majalis</i> L., 7. <i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz., 8. <i>Hepatica nobilis</i> Mill., 9. <i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh., 10. <i>Lilium martagon</i> L., 11. <i>Melica nutans</i> L., 12. <i>Poa nemoralis</i> L., 13. <i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce, 14. <i>Ranunculus auricomus</i> L., 15. <i>Scilla bifolia</i> L., 16. <i>Salvia glutinosa</i> L., 17. <i>Stellaria holostea</i> L., 18. <i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau, 19. <i>V. mirabilis</i> L.
2	<i>Vaccinio-Piceetea</i> Br.-Bl., 1939	1. <i>Convallaria majalis</i> L., 2. <i>Melampyrum pretense</i> L., 3. <i>Orthilia secunda</i> (L.) House, 4. <i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not., 5. <i>Pyrola minor</i> L., 6. <i>P. rotundifolia</i> L., 7. <i>Rubus saxatilis</i> L., 8. <i>Trientalis europaea</i> L., 9. <i>Vaccinium myrtillus</i> L., 10. <i>V. uliginosum</i> L., 11. <i>V. vitis-idaea</i> L.
3	<i>Pulsatillo-Pinetea sylvestris</i> Oberdorfer, 1992	1. <i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth., 2. <i>Carex ericetorum</i> Pollich, 3. <i>Chelidonium majus</i> L., 4. <i>Chimaphila umbellata</i> (L.) W.P.C. Barton, 5. <i>Lamium purpureum</i> L., 6. <i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke, 7. <i>Potentilla humifusa</i> Willd. ex Schlecht., 8. <i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill., 9. <i>Peucedanum oreoselinum</i> (L.) Moench, 10. <i>Scabiosa ochroleuca</i> L., 11. <i>Senecio borysthenicus</i> (DC.) Andrzej. ex Czern., 12. <i>Sedum telephium</i> L.
Маргінальні синтаксони		
4	<i>Quercetea robori-petraeae</i> Br.-Bl. et. Tx., 1963	1. <i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth., 2. <i>Carex brizoides</i> L., 3. <i>C. pilulifera</i> L., 4. <i>Hieracium murorum</i> L., 5. <i>Holcus molis</i> L., 6. <i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench., 7. <i>Vaccinium myrtillus</i> L.
5	<i>Salicetea purpureae</i> Moor., 1958	1. <i>Calystegia sepium</i> (L.) R.Br., 2. <i>Humulus lupulus</i> L., 3. <i>Mentha arvensis</i> L., 4. <i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert, 5. <i>Rubus caesius</i> L., 6. <i>Stachys palustris</i> L., 7. <i>Symphytum officinale</i> L., 8. <i>Urtica dioica</i> L.
6	<i>Alnetea glutinosae</i> Br. Bl. ex Tx., 1943	1. <i>Carex elongata</i> L., 2. <i>C. acutiformis</i> Ehrh., 3. <i>Dryopteris cristata</i> (L.) A. Gray, 4. <i>Lycopus europaeus</i> L., 5. <i>Solanum dulcamara</i> L.

індивідуального екологічного оптимуму досягла: за вологістю — 3, температурою — 2 і континентальністю — 4 ступені шкали.

Бальне відношення до чинника вологості становить чотири ступені шкали. За континентальністю вона становить два ступені шкали (рисунок — в).

Аналогічні результати було отримано й за іншими трьома аналізованими екологічними чинниками (освітленістю, ґрунтовою родючістю і кислотністю ґрунту).

Отже, характерні види трав'яно-чагарничкового ярусу трьох центральних класів лісових екосистем у північно-східній частині України істотно відрізняються за своїм індивідуальним екологічним оптимумом. Екологічно характерні види синтаксону — це збірна група. Ці дані узгоджуються з висновками І.В. Гончаренка і Я.П. Дідуха [12] про наявність доволі широких амплітуд у синтаксонах нижчих рівнів, що виділяються за системою Браун-Бланке.



- ◆— температура
- вологість
- -△- - континентальність

Індивідуальна екологія видів рослин класів: а — *Querceto-Fagetea*; б — *Vaccinio-Piceetea*; в — *Pulsatillo-Pinetea* за трьома екологічними чинниками (назви видів рослин — відповідно до табл. 1)



Слід зауважити, що виявлені показники широкі екологічних амплітуд для характерних видів вищих синтаксономічних одиниць у лісовій рослинності є корисною адаптивною ознакою щодо фітоценогенезу. За зміни загального фону ґрунтово-кліматичних умов лісові фітоценози зберігають свою цілісність завдяки зміні значної кількості флористичного складу в нижніх ярусах.

Зміни рослинності внаслідок дії глобального потепління клімату стали проявлятися вже наприкінці ХХ століття. Так, у Польщі здійснено порівняння геоботанічних описів однієї й тієї самої території, виконаних у 1960-х роках, з описами кінця 1990-х років [13] і з'ясовано, що одні групи видів істотно збільшилися, тоді як інші — зменшилися або повністю випали

зі складу досліджуваних фітоценозів. Беззаперечно, цей процес має і матиме загальнопланетарний характер. Очевидним його наслідком стане зміщення ботаніко-географічних зон, якому передуватимуть зміни складу фітоценозів. Такі зміни певною мірою можна прогнозувати на основі даних про індивідуальний екологічний оптимум видів рослин. Стосуватимуться такі зміни складу фітоценозів і популяцій рослин трав'яно-чагарничкового ярусу лісів північно-східної частини України. Можна очікувати, що у вказаному ярусі збільшиться частка гідрофільних і термофільних видів рослин за відповідного зниження у формуванні цього ярусу частки ксерофільних і бореальних видів.

У рослинних угрупованнях класу *Querceto-Fagetea* насамперед може відбувати-

Таблиця 2

Екологічні оптимуми контрастних видів рослин (у балах)

Види	Освітленість	Температура	Континентальність	Вологість	Кислотність ґрунту	Родючість ґрунту
<i>Scilla bifolia</i>	5	7	5	7	7	6
<i>Polygonatum odoratum</i>	7	5	5	3	7	3
<i>Rubus saxatilis</i>	7	5	7	6	7	4
<i>Trientalis europaea</i>	5	5	7	10	3	2
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	8	7	6	4	8	2
<i>Pulsatilla patens</i>	6	6	5	4	6	2

ся деградація популяцій таких видів, як *Polygonatum odoratum* і *Melica nutans*, тоді як види *Scilla bifolia*, *Stellaria holostea*, *Campanula trachelium* в умовах потепління клімату й підвищення вологості з їх індивідуальним екологічним оптимумом можуть на 2–3 ступені в більш прогрітих і вологих місцях проживання посилити свою позицію (табл. 2).

Аналогічні значення відповідних показників можна очікувати і в інших класах рослинності. Наприклад, у рослинних угрупованнях класу *Vaccinio-Pinetea*. Характерні для цього класу види рослин є одноріднішими, але навіть в цьому класі *Vaccinium vitis-idaea*, *Pyrola minor*, екологічні оптимуми яких визначаються як порівняно холодні і сухі ступені, можуть помітно втратити свою частку у формуванні відповідних асоціацій. Навпаки, такі види, як *Rubus saxatilis*, *Vaccinium myrtillus*, *Trientalis europaea*, *Melampyrum pratense*, беззаперечно, у нових умовах отримують перевагу.

У рослинних угрупованнях класу *Pulsatillo-Pinetea* можливі деградаційні процеси і в популяціях таких видів, як *Pulsatilla patens*, *Lamium purpureum*, *Peucedanum oreoselinum*.

Також можна прогнозувати посилення позиції популяцій *Scabiosa ochroleuca*, *Cheledonium majus*, *Melandrium album*.

Отже, склад трав'яно-чагарничкового ярусу в лісових екосистемах обумовлено багатьма біологічними і екологічними особливостями відповідних видів рослин, підпорядкованих певним загальним правилам формування угруповань. Зокрема, М.Я. Кац [14] вважав, що види в угрупованнях об'єднуються на основі їхньої екологічної близькості; І.В. Кармановою [15] було доведено, що між рослинами трав'яно-чагарничкового ярусу в лісах відбувається також активна ценотична взаємодія.

ВИСНОВКИ

У формуванні лісових екосистем північно-східної частини України провідну роль відіграють угруповання класів *Querceto-Fagetea* Br.-Bl., 1937, *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl., 1939 і *Pulsatillo-Pinetea sylvestris* Oberdorfer, 1992. Види рослин, які є характерними для цих класів і входять до складу трав'яно-чагарничкового ярусу, відрізняються широкими екологічними амплітудами, що охоплюють не менше 3–5 ступенів шкал основних екологічних чинників. Глобальне потепління може призвести до виражених змін складу і структури популяцій рослин, які формують трав'яно-чагарничковий ярус лісових фітоценозів класів рослинності, характерних для цього регіону України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фурдичко О.І. Лісове господарство України: перспективи розвитку при формуванні сталих агро-екосистем / О.І. Фурдичко // Агроекологічний журнал. — 2003. — № 3. — С. 3–10.
2. Травлев А.П. Лес как явление географическое / А.П. Травлев, Н.А. Белова // Экология та ноосферология. — 2008. — Т. 19, № 3–4. — С. 5–8.

3. Видовой состав травяно-кустарничкового яруса в зонах контакта деревьев в нарушенных и ненарушенных сосняках [Электронный ресурс] / А.И. Морозкин, Л.В. Салова, С.Н. Калимуллина, А.С. Казанцева. — Режим доступа: <http://www.xn-j1asc.xn-p1ai>
4. Соломаха В.А. Синтаксономія рослинності України / В.А. Соломаха. — К.: Фітосоціоцентр, 2008. — 296 с.
5. Панченко С.М. Лесная растительность национального природного парка «Деснянско-Старогутский» / С.М. Панченко. — Сумы: Университетская книга, 2013. — 312 с.
6. Булохов А.Д. Фитоиндикация и ее практическое применение / А.Д. Булохов. — Брянск: БГУ, 2004. — 245 с.
7. Дідух Я.П. Фітоіндикація екологічних факторів / Я.П. Дідух, П.Г. Пліута. — К.: Наукова думка, 1994. — 280 с.
8. Ellenberg H. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer / H. Ellenberg. — Aufl. Ulmer, Stuttgart., 1996. — Sicht. 5. — 1096 s.
9. Landolt E. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora / E. Landolt // Veroff. Geobot. Inst. der Eidgen. Techn. Hochschule in Zurich. — 1977. — Vol. 64. — P. 1–208.
10. Василевич В.И. Современное состояние проблемы классификации растительности / В.И. Василевич // Актуальные проблемы геоботаники (Лекции). — Петрозаводск, 2007. — С. 226–240.

REFERENCES

1. Furdychko O.I. (2003). *Lisove hospodarstvo Ukrainy: perspektivy rozvytku pry formuvanni stalyykh ahroekosystem* [Forestry Ukraine: prospects for development in the formation of sustainable agro-ecosystems]. *Ahroekolohichniy zhurnal* [Agroecological journal], No. 3, pp. 3–10 (in Ukrainian).
2. Travleev A.P., Belova N.A. (2008). *Les kak yavlenie geograficheskoe* [The forest as a geographical phenomenon]. *Ekolohiia ta noosferolohiia* [Ekoloniya that noosferoloniya]. Iss. 19, No. 3–4, pp. 5–8 (in Russian).
3. Morozkin A.I., Salova L.V., Kalimullina S.N., Kazantseva A.S. (2010). *Vidovoy sostav travyano-kustarnichkovogo yarusa v zonakh kontakta derevev v narushennykh i nenarushennykh sosnyakakh* [Species composition of grass-shrub storey in the contact zones of trees in disturbed and undisturbed pine forests]. [Electronic resource] Available at: <http://www.xn-j1asc.xn-p1ai> (in Ukrainian).
4. Colomakha V.A. (2008). *Syntaksonomiia roslynnosti Ukrainy* [Syntaxonomy vegetation Ukraine]. Kyiv: Fitosotsiotsentr Publ., 296 p. (in Ukrainian).
5. Panchenko S.M. (2013). *Lesnaya rastitelnost natsionalnogo prirodnogo parka «Desnyansko-Starogutskiy»* [Forest vegetation of the national nature park «Desnyansko-Starogutsky»]. Sumy: Universitetskaya kniga Publ., 312 p. (in Ukrainian).
6. Bulokhov A.D. (2004). *Fitoindikatsiya i ee prakticheskoe primenenie* [Phytoindication and its practical application]. Bryansk: BGU Publ., 245 p. (in Russian).
7. Didukh Ya.P., Pliuta P.H. (1994). *Fitoindykatsiia ekolohichnykh faktoriv* [Phytoindication environmental factors]. Kyiv: Naukova dumka Publ., 280 p. (in Ukrainian).
8. Ellenberg H. (1996). *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer*, Sicht. 5, Aufl. Ulmer, Stuttgart Publ., 1096 p. (in English).
9. Landolt E. (1977) *Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora* // Veroff. Geobot. Inst. der Eidgen. Techn. Hochschule in Zurich. Publ., Vol. 64. P. 1–208. (in English).
10. Vasilevich V.I. (2007). *Sovremennoe sostoyanie problemy klassifikatsii rastitelnosti* [The current state of the problem of vegetation classification]. *Aktualnye problemy geobotaniki (Lektsii)* [Actual problems of Geobotany (lectures)]. Petrozavodsk, pp. 226–240 (in Russian).

РЕАКЦІЯ ПОПУЛЯЦІЙ ХИЖИХ ТВАРИН НА ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ

А.В. Павленко¹, М.М. Лісовий², В.М. Чайка²

¹ Державна екологічна інспекція у Чернігівській області

² Національний університет біоресурсів і природокористування України

В умовах Чернігівської обл. упродовж 21 року сумарна площа заповідних територій зросла на 189%. Встановлено існування сильного кореляційного зв'язку між збільшенням площ територій з природоохоронним статусом і чисельністю популяції собаки єнотоподібного (зросла на 277%). Натомість спостерігається відсутність прямого кореляційного зв'язку між площею заповідних територій і чисельністю популяції вовка та лиса звичайного. Такі розбіжності, на нашу думку, обумовлено особливостями екології тварин досліджуваних видів та характером антропогенного тиску на них під час полювання та знищення як «шкідливих» видів.

Ключові слова: біорізноманіття, заповідність, чисельність популяції, хижаки, вовк, лис звичайний, собака єнотоподібний.

Одним з механізмів збереження біорізноманіття є реалізація регламентованих Конвенцією про біорізноманіття (1992) вимог щодо збереження *in-situ* екосистем і природних місць існування біоти. В Україні цей механізм реалізують через створення територій і об'єктів природно-заповідного фонду та формування національної екологічної мережі. Очікуваним результатом природоохоронних заходів зі збереження *in situ*, у широкому розумінні, має стати створення універсальної соціально орієнтованої структури мережі природоохоронних територій для подолання тенденції деградації живої компоненти довкілля, відновлення біорізноманіття до потенційно можливого природного рівня і подальшого забезпечення збалансованості за його використання [1].

Щодо мисливсько-господарської галузі, результатом вказаних заходів повинно стати збільшення чисельності диких тварин економічно цінних видів, екологічно обґрунтоване збільшення обсягів експлуатації яких обумовить зростання рентабельності господарювання у довгостроковій перспективі.

Останніми роками на теренах держави відбувається збільшення загальної площі

заповідних територій. Фактичним результатом природоохоронних заходів збереження *in-situ* на території Чернігівської обл. є збільшення впродовж 1992–2013 рр. заповідних площ майже утричі поряд із збільшенням кількості об'єктів природно-заповідного фонду на 16,5% [2]. Але питання обґрунтування критеріїв ефективності природоохоронних заходів, на нашу думку, не приділено належної уваги.

Одним із способів визначення стану біоти та його використання у економічних умовах сьогодення є аналіз даних чинної у країні системи моніторингу диких тварин, які є об'єктами полювання [3–6]. Згідно із законодавством України, такий моніторинг щороку проводять користувачі мисливських угідь. Наукові дослідження свідчать, що багаторічні середні показники чисельності популяції куріпки сірої та зайця-русака помітно корелюють з таким надійним показником стану біорізноманіття, як індекс MSA (Mean Species Abundance), що надає змогу використовувати налагоджену систему моніторингу мисливських видів для контролю екологічного стану навколишнього природного середовища [4].

Мета роботи полягала в дослідженні статистичного взаємозв'язку між динамічною сумарних площ заповідних територій

та чисельністю популяцій хижої мисливської теріофауни регіону.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

До основних економічно цінних видів хижих тварин, які традиційно є об'єктами полювання у мисливській галузі народного господарства Чернігівської обл., належить вовк (*Canis lupus* Linnaeus, 1758), лис звичайний (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758), собака єнотоподібний (*Nyctereutes procyonoides* Gray, 1834), який був інтродукований у 60-ті роки минулого століття [2].

Вихідними даними щодо стану популяцій тварин досліджуваних видів і обсягів їх вилучення в умовах області слугували узагальнені дані користувачів мисливських угідь регіону за формою № 2–ТП (мисливство) «Ведення мисливського господарства» за 1992–2013 рр.

Значення заповідності регіону розраховували як відношення фактичної площі територій і об'єктів природно-заповідного фонду у 1992–2013 рр. до загальної площі території області.

Для встановлення ступеня статистичного взаємозв'язку динаміки значень заповідності і чисельності популяцій тварин розраховували коефіцієнт кореляції Пірсона ($r_{\text{емп}}$) за стандартними методами із застосуванням прикладної програми Microsoft Excel for Windows. Для цього використовували такі критерії кореляційного зв'язку: $r = 0,3$ – слабкий; $r = 0,3–0,5$ – помірний; $r = 0,5–0,7$ – помітний; $r \geq 0,7$ – сильний [7].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Станом на 01.01.2014 р. у регіоні функціонує 656 заповідних об'єктів різних категорій загальною площею близько 253 тис. га; середня площа заповідного об'єкта, за винятком національних природних і регіонального ландшафтних парків, становить близько 200 га [1]. Залежно від мети створення відповідними документами (режимами охорони і використання заповідних об'єктів), встановлено заборони щодо знищення на їх територіях тварин усіх або певних видів.

Заповідні території і об'єкти включено до складу регіональної екологічної мережі області, яку розробляли відповідно до Програми формування національної екологічної мережі в Чернігівській обл. на 2003–2015 рр., затвердженій рішенням Чернігівської обласної ради від 14.08.2003 р. Проте об'єднання заповідних територій і об'єктів у природоохоронну систему з диференційованим режимом природокористування наразі не реалізовано [1].

Проведений аналіз висвітлює різні ступені і характер статистичного взаємозв'язку багаторічних змін чисельності популяцій вовка, лиса звичайного і собаки єнотоподібного на тлі зростання показників заповідності і території в умовах Чернігівської обл.

Багаторічну динамку значень заповідності і чисельності хижих тварин наведено на рис. 1. Результати аналізу свідчать, що коефіцієнт кореляції ($r_{\text{емп}}$) між вказаними показниками для популяцій вовка становить 0,10 (для досліджуваних баз даних ступінь вільності 20, $r_{\text{кр}}$ для $P \leq 0,05 = 0,42$, $r_{\text{кр}}$ для $P \leq 0,01 = 0,54$). Тобто характеризується як слабкий, позитивний, що перебуває у зоні незначущості. Це свідчить про відсутність кореляційного зв'язку між змінами досліджуваних показників.

За період дослідження у 2002 р. спостерігалася мінімальна чисельність популяції вовка – 145 особин, у 2008 р. максимальна – 236 особин. Загалом, чисельність популяцій тварин у регіоні за період аналізу істотно не змінилась. Так, обсяг вилучення тварин як сумарної кількості відстріляних і відловлених для переселення під час ведення мисливського господарства, а також загинувших унаслідок дії інших чинників, реєстрували у межах 30–71% від чисельності популяції. Переважна більшість особин була вилучена в процесі полювання та відстрілу під час спеціально спрямованих заходів зі знищення хижаків як «шкідливих» тварин (рис. 2).

Коефіцієнт кореляції між значеннями заповідності і чисельністю лиса звичайного становить 0,65, є від'ємним і перебуває у зоні значущості для $P \leq 0,01$.

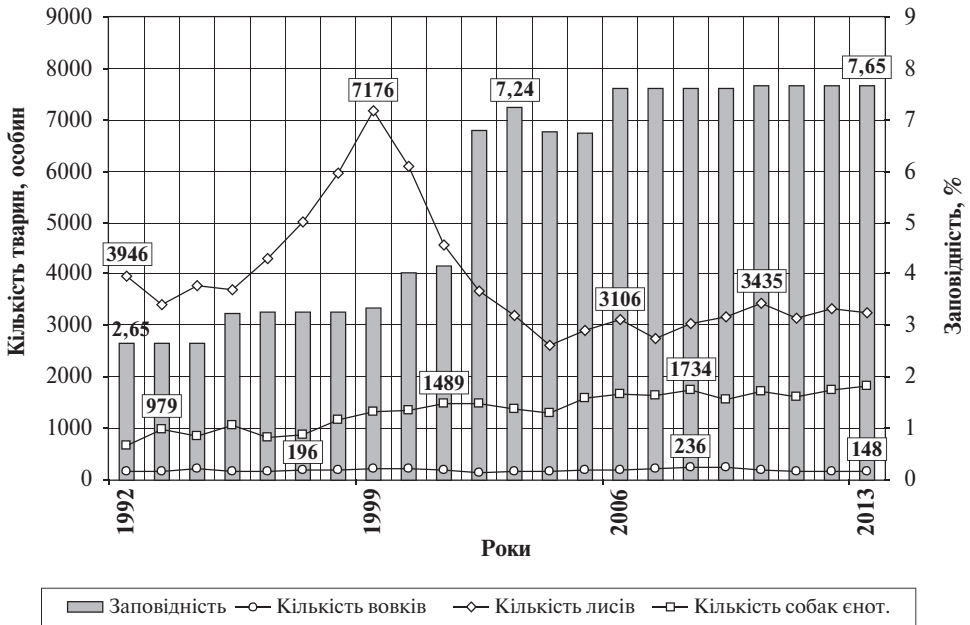


Рис. 1. Багаторічна динаміка заповідності і чисельності популяції хижих тварин в умовах Чернігівської обл.

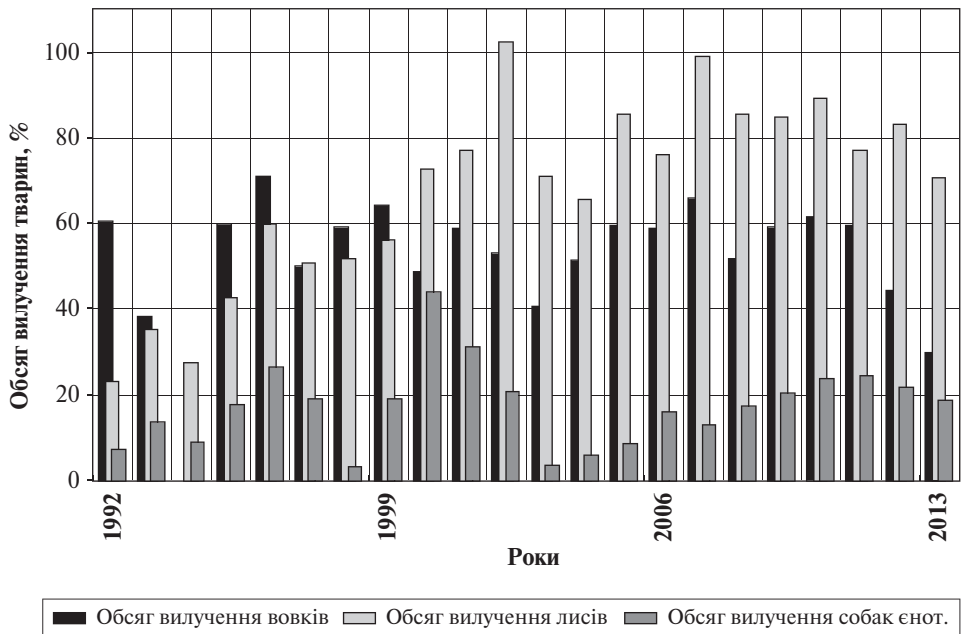


Рис. 2. Багаторічна динаміка обсягу вилучення хижих тварин в умовах Чернігівської обл.

За період дослідження чисельність популяції лиса звичайного була мінімальною (2607 особин) у 2004 р. і досягала максимуму (7176 особин) у 1999 р. Загалом, чисельність популяції тварин у регіоні впродовж періоду дослідження зменшилась на 18%. Зауважимо, що обсяг вилучення тварин унаслідок полювання реєстрували у межах 23–100% від чисельності популяції.

Коефіцієнт кореляції між показниками заповідності і чисельністю собаки єнотоподібного становить 0,87, є позитивним і перебуває у зоні значущості для $P \leq 0,01$, що свідчить про сильний прямий кореляційний зв'язок між змінами досліджуваних показників. Загалом, чисельність популяції хижака впродовж 21 року зросла на 277%. До того ж обсяг вилучення тварин, який майже у повному обсязі припадав на добування під час полювання, реєстрували у межах 3–44% від чисельності популяції.

Відомо, що вовк, лис звичайний та собака єнотоподібний екологічно є доволі пластичними видами [8]. Тому створення у відносно великій кількості сприятливих для існування та виведення потомства біотопів, хоч і невеликих, проте прийнятних за розміром площ, якими з певним припущенням можна вважати об'єкти і території природно-заповідного фонду регіону, може сприяти зростанню чисельності популяцій тварин [9]. Але щодо вовка та лиса звичайного, цього не відбулося, що зумовлено, на нашу думку, значним антропогенним тиском на них як на «шкідливих» тварин упродовж року, особливо взимку та під час гону, коли тварини найбільш вразливі. Також потрібно враховувати відсутність лімітів на обсяги добування цих тварин під час полювання та забезпечення користувачами мисливських угідь щодо вимог Державної ветеринарної та фітосанітарної служби України. Наприклад, підтриман-

ня щільності лисів дозволяється на рівні не більше ніж 0,5 особини на 1 тис. га, що може нівелювати природоохоронні заходи. Натомість, встановлені режимами охорони та використання заповідних об'єктів обмеження щодо знищення тварин унаслідок відносно малих площ заповідних територій порівняно, наприклад, з площею сімейної ділянки вочові зграї, яка в умовах регіону становить 300 ± 50 км², зумовлюють недостатню ефективність заходів з безпосередньої прямої охорони виду [10]. Розміри індивідуальних ділянок для лиса звичайного наразі не досліджено.

На відміну від вовка і лиса звичайного, собака єнотоподібний узимку під час масового полювання на хижих тварин та вжиття заходів з відстрілу «шкідливих» тварин впадає у сплячку, що слугує чинником збереження популяції [8]. Собаці єнотоподібному властива також осілість, що обумовлює захищеність виду на відповідних заповідних територіях.

ВИСНОВКИ

В умовах Чернігівської обл. за 1992–2013 рр. сумарна площа заповідних територій зросла на 189%. За результатами досліджень було встановлено існування сильного кореляційного зв'язку між збільшенням площ територій з природоохоронним статусом і чисельністю популяції собаки єнотоподібного, яка зросла на 277%.

Також було доведено відсутність прямого кореляційного зв'язку між збільшенням площ заповідних територій і чисельністю популяції вовка та лиса звичайного. Такі розбіжності, на нашу думку, зумовлено особливостями екології тварин досліджуваних видів та характером антропогенного тиску на них під час полювання та знищення як «шкідливих» видів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2012 році / Міністерство екології та природних ресурсів України. — К.: Мінприроди України, 2014. — 416 с.
2. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області за 2013 рік / Департамент екології та природних ресурсів Чернігівської ОДА. — Чернігів, 2014. — 252 с.

3. Ешмен С. Що таке агробіорізноманіття? / С. Ешмен, В. Придатко // Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. — Кн. 1; під ред. О.О. Созінова, В.І. Придатка. — К.: ЗАТ «Нічлава», 2005. — С. 371–373.
4. Крижанівський В.І. Матеріали для оцінювання видового багатства ссавців, асоційованих з агроландшафтами України / В.І. Крижанівський. — Там само. — С. 114–127.
5. Придатко В. Стан видів: дикі (мисливські) ссавці / В. Придатко // Там само. — С. 265–271.
6. Федюшко М.П. Індикатори стану асоційованого агробіорізноманіття [Електронний ресурс] / М.П. Федюшко, А.А. Горбатенко, О.Г. Гриб // Наукові доповіді НУБіП. — 2011. — 5 (27). — Режим доступу: http://www.nbuuv.gov.ua/e-journals/Nd/2011_5/11fmp.pdf
7. Шевченко И.Т. Элементы вариационной статистики для медиков / И.Т. Шевченко, О.П. Богатов, Ф.П. Хриппа. — К.: Здоровье, 1970. — 107 с.
8. Делеган И.В. Биология лесових звірів і птахів / І.В. Делеган, І.І. Делеган, І.І. Делеган; за ред. канд. с.-г. наук І.В. Делегана. — Львів: Поллі, 2005. — 600 с.
9. Жизнеспособность популяций: Природоохранные аспекты / [Р. Бейкер, Дж. Ф. Бэрроуклаф, Г.Е. Беловски и др.]; пер. с англ.; под ред. М. Сулея. — М.: Мир, 1989. — 224 с.
10. Шквиря М.Г. Особливості поширення та поведінки вовка в Україні / М.Г. Шквиря // Вісник зоології: зб. наук.-техн. праць. — 2008. — Т. 42, № 2. — С. 143–152.

REFERENCES

1. *Natsionalna dopovid pro stan navkolysnogo pryrodnoho seredovyscha v Ukraini u 2012 rotsi* [A national report on the state of the environment in Ukraine in 2012]. *Ministerstvo ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy* [Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine]. Kyiv: Minpryrody Ukrainy Publ., 2014, 416 p. (in Ukrainian).
2. *Dopovid pro stan navkolysnogo pryrodnoho seredovyscha v Chernihivskii oblasti za 2013 rik* [Report on the state of the environment in Chernihiv region for 2013]. *Departament ekolohii ta pryrodnykh resursiv Chernihivskoi ODA* [Department of Environment and Natural Resources Chernihiv Regional State Administration]. Chernihiv, 2014, 252 p. (in Ukrainian).
3. Eshmen S., Prydatko V., Sozinov O. (2005). *Shcho take ahrobioriznomanittia?* [What is biodiversity?]. *Ahrobioriznomanittia Ukrainy: teoriia, metodolohiia, indykatory, pryklady. Knyha 1* [Agrobiodiversity of Ukraine: theory, methodology, indicators, examples. Book 1]. Kyiv: ZAT «Nichlava» Publ., pp. 371–373 (in Ukrainian).
4. Kryzhanivskiy V.I., Sozinov O.O., Prydatko V.I. (2005). *Materialy dlia otsiniuvannia vydovoho bahatstva ssavtsiv, asotsiiovanykh z ahrolandshaftamy Ukrainy* [Materials evaluation mammal species richness associated with agricultural landscapes Ukraine]. *Ahrobioriznomanittia Ukrainy: teoriia, metodolohiia, indykatory, pryklady. Knyha 1* [Agrobiodiversity of Ukraine: Theory, Methodology, Indicators, Examples. Book 1]. Kyiv: ZAT «Nichlava» Publ., pp. 114–127 (in Ukrainian).
5. Prydatko V., Sozinova O. (2005). *Stan vydiv: dyki (myslyoski) ssavtsi* [Status of species: wild (hunting) mammals/appendages]. *Ahrobioriznomanittia Ukrainy: teoriia, metodolohiia, indykatory, pryklady. Knyha 1* [Agrobiodiversity of Ukraine: Theory, Methodology, Indicators, Examples. Book 1]. Kyiv: ZAT «Nichlava» Publ., pp. 265–271 (in Ukrainian).
6. Fediushko M.P., Horbatenko A.A., Hryb O.H. (2011). *Indykatory stanu asotsiiovanooho ahrobioriznomanittia* [Status indicators associated biodiversity]. «*Naukovi dopovidi NUBiP*» [Scientific reports NUBiP]. Iss. 5 (27), available at: http://www.nbuuv.gov.ua/e-journals/Nd/2011_5/11fmp.pdf (in Ukrainian).
7. Shevchenko I.T., Bogatov O.P., Khrippa F.P. (1970). *Elementy variatsionnoy statistiki dlya medikov* [Elements of variational statistics for medikov]. Kiev: Zdorove Publ., 107 p. (in Russian).
8. Delehan I.V., Delehan I.I., Delehan I.I. (2005). *Biolohiia lisovykh zviriv i ptakhiv* [Biology forest animals and birds]. Lviv: Polli Publ., 600 p. (in Ukrainian).
9. Beyker R., Berrouklaf Dzh.F., Belovski G.Ye. Suley M. (1989). *Zhiznesposobnost populyatsiy: Prirodookhrannyye aspekty* [The viability of populations: Environmental aspects]. Moskva: Mir Publ., 224 p. (in Russian).
10. Shkvyria M.H. (2008). *Osoblychosti poshyrennia ta povedinky vovka v Ukraini* [Features wolf distribution and behaviour in Ukraine]. *Visnyk zoolohii: zbirnyk naukovykh-tekhnychnykh prats* [Bulletin of Zoology: collection of scientific works]. Vol. 42, No. 2, pp. 143–152 (in Ukrainian).

ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ЛИСТКАХ *TILIA CORDATA* MILL. ТА ҐРУНТІ УРБОЕКОСИСТЕМ м. ЧЕРКАС

Н.М. Корнелюк¹, С.М. Конякін², Г.А. Гродзинська^{2,3}

¹ Черкаський державний технологічний університет

² Інститут еволюційної екології НАН України

³ Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України

Методом атомно-абсорбційної спектроскопії досліджено вміст важких металів (Cu, Zn, Pb і Cd) у листках біоіндикаторного виду Tilia cordata Mill. та у ґрунті із 24 місцезростань рослин м. Черкас. За загальним умістом у листковій біомасі та ґрунті з локалітетів різного ступеня техногенного забруднення важкі метали можна розташувати у такій послідовності — Zn > Cu > Pb > Cd. На території міста вміст Pb і Cd у зразках ґрунту був нижчим від ГДК. Забруднення Cu та Zn ґрунтів і листків на-самперед спричинено шкідливими викидами хімічних підприємств, Pb — промисловими і транспортними чинниками, а Cd — наближенням до транспортних магістралей.

Ключові слова: важкі метали, біоіндикація, *Tilia cordata* Mill., техногенне забруднення.

Сучасні підходи до оцінювання якості навколишнього природного середовища насамперед повинні бути орієнтовані на біотичні показники. Біоіндикація як ефективний і недорогий метод біологічного моніторингу останнім десятиліттям набув широкого застосування [1–3].

У межах міста рослини постійно піддаються впливу високих рівнів техногенного забруднення повітря і ґрунту, що може спричинити хронічні пошкодження на анатомічному, морфологічному та фізіологічному рівнях, тим самим викликаючи схильність до інших типів біотичного ураження. Вважається, що надземні органи рослин, зокрема листок, найбільшою мірою піддаються негативному впливу забруднення в міському середовищі. Численні дослідження свідчать, що головним джерелом негативного впливу на рослинні організми є міський транспорт та важкі метали (ВМ) [4–8].

Зокрема, Т.М. Мінкіна зі співавторами (2013) підкреслюють, що істотну небезпеку за поглинання високих концентрацій ВМ становить відсутність будь-яких візуаль-

них ознак ураження рослин за небезпечних для людини і тварин рівнів хімічних речовин [9].

Серед низки ВМ найбільшими забруднювачами вважаються Hg, Pb, Cu, Ni, Cd, As, Zn, що зумовлено високими темпами їх техногенного накопичення у довкіллі. Для м. Черкас основними забруднювачами довкілля ВМ є: дочірне підприємство «Черкаська ТЕЦ» (на її частку припадає 75% від загальної кількості викидів ВМ, а за викидами Pb, Cu та Zn внесок ТЕЦ досягає 85%) та автотранспорт [10]. Слід зауважити, що м. Черкаси (населення 285 тис. осіб) є важливим економічним центром України, з розвинутою хімічною промисловістю та автомобілебудуванням. Головними підприємствами міста є: ПАТ «Азот», «Черкаське хімволокно», машинобудівний завод «ТЕМП», ДП «Черкаський завод хімічних реактивів» та ін. Місто із загальною площею 69 км² розташовується в лісостеповій зоні Дніпровської рівнини, на високому плесі правого берега р. Дніпра північно-східного схилу гірського утворення — Українському кристалічному щиті, який поступово знижується у бік річки. Абсолютні височини над рівнем моря ста-

новлять 95–110 м і збільшуються у західному напрямку (р-н Соснівки — близько 125 м).

Метою роботи було оцінити забруднення ВМ ґрунтів та біоіндикаторного виду *Tilia cordata* Mill. в урбоекосистемах м. Черкас.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методом атомно-абсорбційної спектроскопії (СМ-115, М-1, РФ, 1989 р.) визначали вміст важких металів — Cu, Zn, Pb і Cd у листках біоіндикаторного виду *T. cordata* та їх рухомих форм у ґрунтах, зібраних із 24 тестових локалітетів з різним ступенем антропогенного навантаження у межах двох адміністративних районів м. Черкас (рис. 1). Для аналізу відбирали середню пробу з 30 листків та зразки ґрунту з шару 0–5 см. За принципом ландшафтно-функціонального зонування території [11] серед урболандшафтів м. Черкас виділено такі

зони: транспортних шляхів, житлової забудови, санітарно-захисну та рекреаційну. Як фоновий локалітет було обрано умовно чисту територію — вул. Набережну (р-н Соснівки).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Геохімічні дослідження техногенно забруднених ґрунтів свідчать, що під впливом техногенного забруднення значно підвищується вміст рухомих форм ВМ, а буферна здатність таких ґрунтів, відповідно, знижується. Слід зауважити, що основні форми міграції металів у ґрунтових розчинах таких територій — вільні катіони. За надходження значної кількості хімічних речовин у ґрунт найбільшу небезпеку становить збільшення вмісту саме їх рухомих сполук, які можуть переходити в суміжні з ґрунтом середовища — природні води, рослини, спричиняючи реальну загрозу живим організмам.



Рис. 1. Картохема відбору проб у локалітетах м. Черкас, 2014 р.:

Вулиці: 1) Набережна; 2) Канівська; 3) Героїв Дніпра; 4) Козацька; 5) Гагаріна; 6) Хрещатик, (сквер «Дитячий»); 7) Кірова; 8) Б-р Шевченка; 9) Парк Хіміків; 10) вул. Нечуя Левицького; 11) ДП «Черкаська ТЕЦ» ВАТ «Черкаське хімволокно»; 12) ПАТ «Азот»; 13) Проспект Хіміків; 14) вул. Берегова; 15) вул. Чехова; 16) ПАТ «ТЕМП»; 17) ПАТ «Хімреактив»; вулиці: 18) Чигиринська; 19) Яблунівського; 20) Акад. Корольова; 21) ПАТ АК «Богдан Моторс»; 22) ВАТ «ЧЗТА»; 23) вул. Сумгайтська; 24) р-н Соснівки — транспортна магістраль Черкаси — Канів

Таблиця 1
Уміст важких металів у листках *Tilia cordata* Mill. та ґрунті (мг/кг сухої маси) з локалітетів м. Черкас, 2014 р.

№ пор.	Місце відбору зразків	Вміст мікроелементів, мг/кг сухої маси											
		Cu		Кп*	Zn		Кп	Pb		Кп	Cd		Кп
		листки	ґрунт		листки	ґрунт		листки	ґрунт		листки	ґрунт	
1	Вул. Набережна (фон)	1,2	2,7	0,44	3,7	7,8	0,47	2,0	6,2	0,32	0,17	0,17	1,00
2	Вул. Канівська	2,2	5,8	0,37	8,0	8,3	0,96	5,3	8,8	0,60	0,20	0,23	0,86
3	Вул. Героїв Дніпра	2,0	20,0	0,10	6,5	38,8	0,16	3,0	11,7	0,25	0,25	0,20	1,25
4	Вул. Козацька	2,5	17,2	0,14	6,3	37,1	0,16	3,3	11,2	0,29	0,21	0,20	1,05
5	Вул. Гагаріна	2,8	21,4	0,13	14,2	40,2	0,35	3,6	12,1	0,29	0,28	0,25	1,12
6	Вул. Хрещатик (сквер «Дитячий»)	2,0	24,7	0,08	7,3	43,7	0,16	3,0	13,8	0,21	0,25	0,24	1,0
7	Вул. Кірова	2,6	21,6	0,12	7,2	40,0	0,18	3,2	13,0	0,24	0,28	0,23	1,21
8	Б-р Шевченка	3,6	25,0	0,14	18,6	44,2	0,42	3,6	14,1	0,25	0,32	0,30	1,00
9	Парк Хіміків	2,5	17,8	0,14	19,4	74,0	0,26	3,2	13,3	0,24	0,30	0,32	0,93
10	Вул. Нечуя-Левицького	2,8	24,3	0,11	15,6	82,3	0,18	3,4	12,9	0,26	0,28	0,26	1,07
11	ДП «Черкаська ТЕЦ»												
	ВАТ «Черкаське хімволокно»	3,3	42,2	0,07	19,3	78,1	0,24	3,8	16,6	0,22	0,40	0,35	1,14
12	ПАТ «Азот»	3,2	25,0	0,12	17,5	98,1	0,17	3,6	15,5	0,23	0,31	0,37	0,83
13	Просп. Хіміків	3,9	50,0	0,07	25,3	99,2	0,25	4,0	18,5	0,21	0,45	0,40	1,12
14	Вул. Берегова	1,7	10,6	0,16	5,3	32,9	0,16	2,8	11,6	0,24	0,23	0,25	0,92
15	Вул. Чехова	2,0	12,9	0,15	5,4	34,2	0,15	3,0	11,4	0,26	0,26	0,25	1,04
16	ПАТ «ТЕМП»	2,3	12,5	0,18	11,9	39,3	0,30	3,5	15,5	0,22	0,25	0,23	1,08
17	ПАТ «Хімреактив»	2,6	16,4	0,15	6,4	32,4	0,19	3,6	9,2	0,39	0,30	0,30	1,00
18	Вул. Чигиринська	3,1	19,6	0,15	16,2	40,6	0,39	4,6	16,2	0,28	0,35	0,34	1,02
19	Вул. Яблунівського	2,2	12,2	0,18	8,0	16,4	0,48	2,9	13,3	0,21	0,28	0,20	1,40
20	Вул. Акад. Корольова	2,4	12,6	0,19	8,3	18,3	0,45	3,2	14,6	0,21	0,26	0,25	1,04
21	ПАТ АК «Богдан Моторс»	2,5	12,1	0,20	9,3	29,1	0,31	3,8	14,0	0,27	0,35	0,23	1,52
22	ВАТ «ЧЗТА»	2,9	13,0	0,22	8,9	18,8	0,47	3,6	16,7	0,21	0,31	0,34	0,91
23	Вул. Сумгайтська	3,3	20,2	0,16	9,8	38,2	0,25	4,6	18,1	0,25	0,43	0,40	1,07
24	Р-н Соснівки — транспортна магістраль Черкаси — Канів	2,6	7,1	0,36	11,4	8,9	1,20	6,2	9,0	0,68	0,40	0,25	1,60

Примітка: * Кп — коефіцієнт накопичення.

За рівнями показників рухомості низки елементів встановлюється хімічне забруднення ґрунтів [12].

Атомно-абсорбційний аналіз вмісту Cu, Zn, Pb і Cd у зразках ґрунтів та біомаси листків з локалітетів м. Черкас засвідчив про нерівномірність забруднення території міста ВМ (табл. 2, рис. 2–5).

За вмістом Cu найбільш забруднені є ґрунти з локалітетів проспекту Хіміків (50 мг/кг с.м.) та ПАТ «Хімволокно» (42,2 мг/кг с.м.), де відповідно рівень ГДК був перевищений у 16,7 і 14,1 раза (рис. 2) [13]. За рівнем забруднення рухомими формами міді територію міста можна поділити на три умовні зони: помірного забруднення (I) – 2–10 мг/кг с.м.; середньо-

го забруднення (II) – 11–20 та сильного забруднення (III) – від 21 мг/кг с.м. Поряд із тим уміст Cu у листках біоіндикатора *T. cordata* варіює у межах 1,2–3,9, із середніми значеннями забруднення у зоні I – 2,0 мг/кг с.м., у зоні II – 2,39 та у зоні III – 3,05 мг/кг с.м.

Слід зауважити, що найвищі коефіцієнти накопичення (Кн) Cu, які дорівнюють співвідношенню вмісту елемента у біомасі листків і вмісту його рухомих форм у ґрунті з місцезростання рослин, були зафіксовані в локалітетах зі слабким рівнем забруднення.

Крім вищезгаданих локалітетів, підвищений уміст Cu у листках *T. cordata* спостерігався також поблизу ПАТ «Азот», на

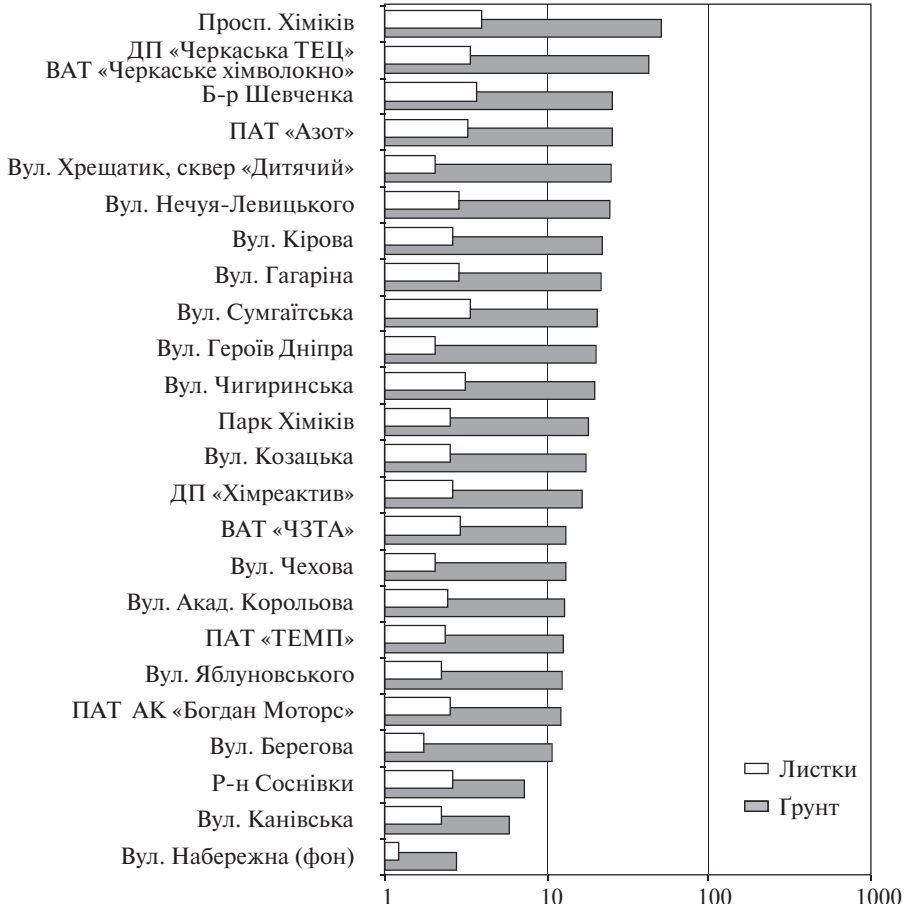


Рис. 2. Уміст Cu у листках *Tilia cordata* Mill. та ґрунті (мг/кг с.м.) з локалітетів м. Черкас, 2014 р.

проспекті Хіміків, вулицях Чигиринській та Сумгайтській.

Найвищий уміст Zn було виявлено у ґрунтах з локалітетів ПАТ «Азот» (98,1 мг/кг с.м.), проспекту Хіміків (99,2) та вулиці Нечуя-Левицького (82,3 мг/кг с.м.) – (табл. 1, рис. 3).

У зоні I рівень вмісту цього металу у листках *T. cordata* віріює у межах 3,7–11,4 мг/кг с.м. (середнє – 7,7 мг/кг с.м.), у зоні II – 5,3–11,9 (7,8), у зоні III – 7,3–25,3 мг/кг с.м. (середнє – 17,04 мг/кг с.м.). Слід зауважити, що у найбільш забруднених Zn локалітетах м. Черкас перевищення ГДК становило 4,31 раза (просп. Хіміків) та 4,26 раза (ПАТ «Азот»). Також найви-

щі коефіцієнти накопичення Zn (як і Cu) були зафіксовані у локалітетах із помірним та середнім рівнями забруднення.

Мінімальний рівень Pb у досліджених зразках було встановлено у фоновому локалітеті на вулиці Набережній – 6,2 (ґрунт) та 2,0 (листки) мг/кг с.м. Найбільше Pb були забруднені ґрунти на проспекті Хіміків (18,5 мг/кг с.м.) та вулиці Сумгайтській (18,1), але вміст цього ВМ у зразках ґрунтів не перевищував ГДК (20 мг/кг). Поряд із тим у листках *T. cordata* з помірно забруднених локалітетів (магістраль Черкаси – Канів та вулиця Канівська) виявлено максимальний уміст Pb, відповідно – 6,2 (Кн – 0,68) та 5,3 (Кн – 0,6) мг/кг с.м.,

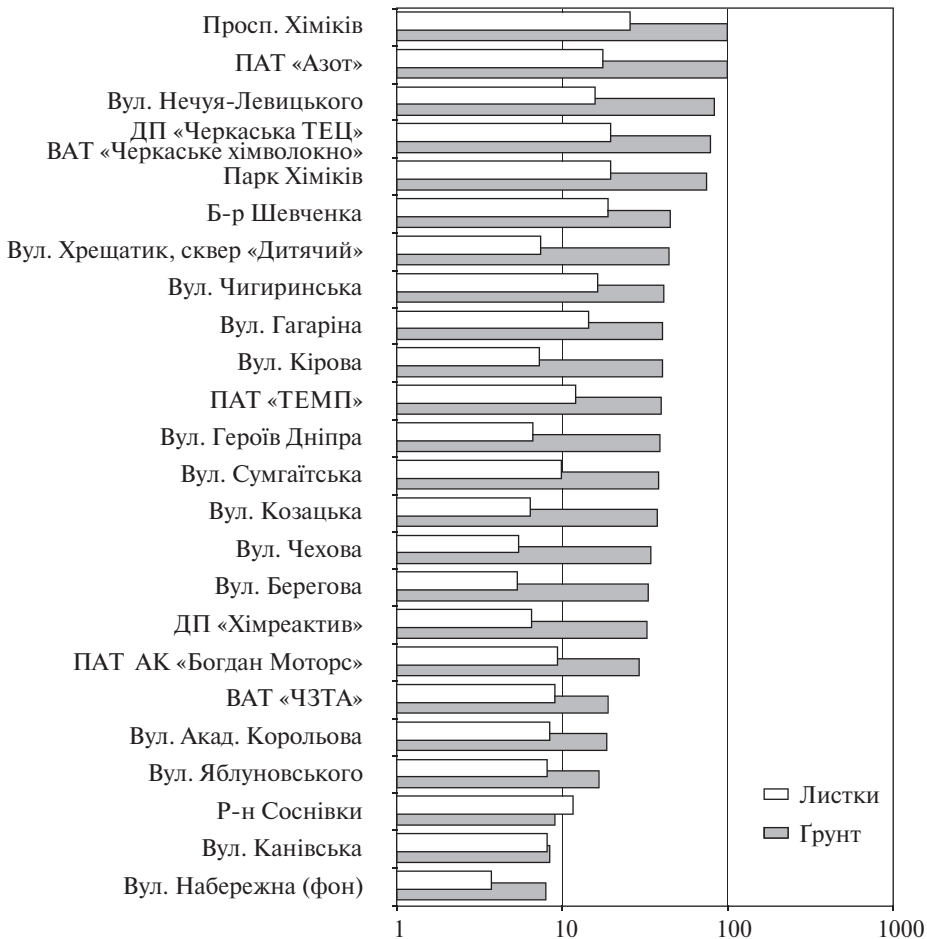


Рис. 3. Уміст Zn у листках *Tilia cordata* Mill. та ґрунті (мг/кг с.м.) з локалітетів м. Черкас, 2014 р.

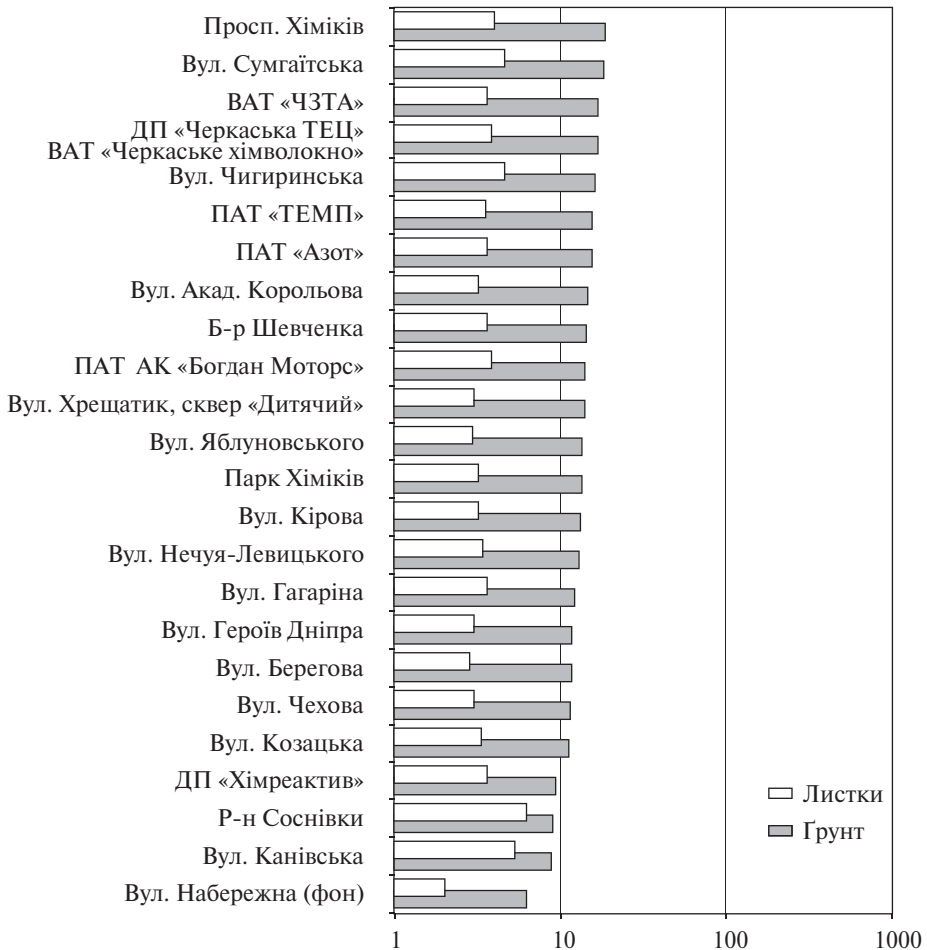


Рис. 4. Уміст Pb у листках *Tilia cordata* Mill. та ґрунті (мг/кг с.м.) з локалітетів м. Черкас, 2014 р.

що вірогідно зумовлено інтенсивним транспортним рухом у цих локалітетах.

Отримані дані свідчать про високий рівень накопичення Cd листками *T. cordata*, максимальні рівні Кн також спостерігалися у локалітетах з інтенсивним транспортним навантаженням, таких як: транспортна магістраль Черкаси – Канів, р-н Соснівки (Кн – 1,6), ПАТ АК «Богдан» (1,52) та вулиця Яблуновського (Кн – 1,4), хоча за вмістом цього елемента показники досліджених локалітетів не перевищували ГДК, що становить 2,0 мг/кг с.м. [13].

Послідовність вмісту досліджуваних ВМ у листках *T. cordata* ($Zn > Cu > Pb > Cd$) співпадає як з послідовністю вмісту цих елементів у досліджених ґрунтах, так і з ранжируванням, наведеним для трав'янистих рослин техногенних територій [9]. Слід зауважити, що з наближенням до джерела забруднення вміст ВМ у листках закономірно зростає. Поряд із тим подекуди спостерігаються невисокі коефіцієнти накопичення за підвищених рівнів забруднення, що свідчить про наявність у рослин певних захисних механізмів щодо цих контамінантів.

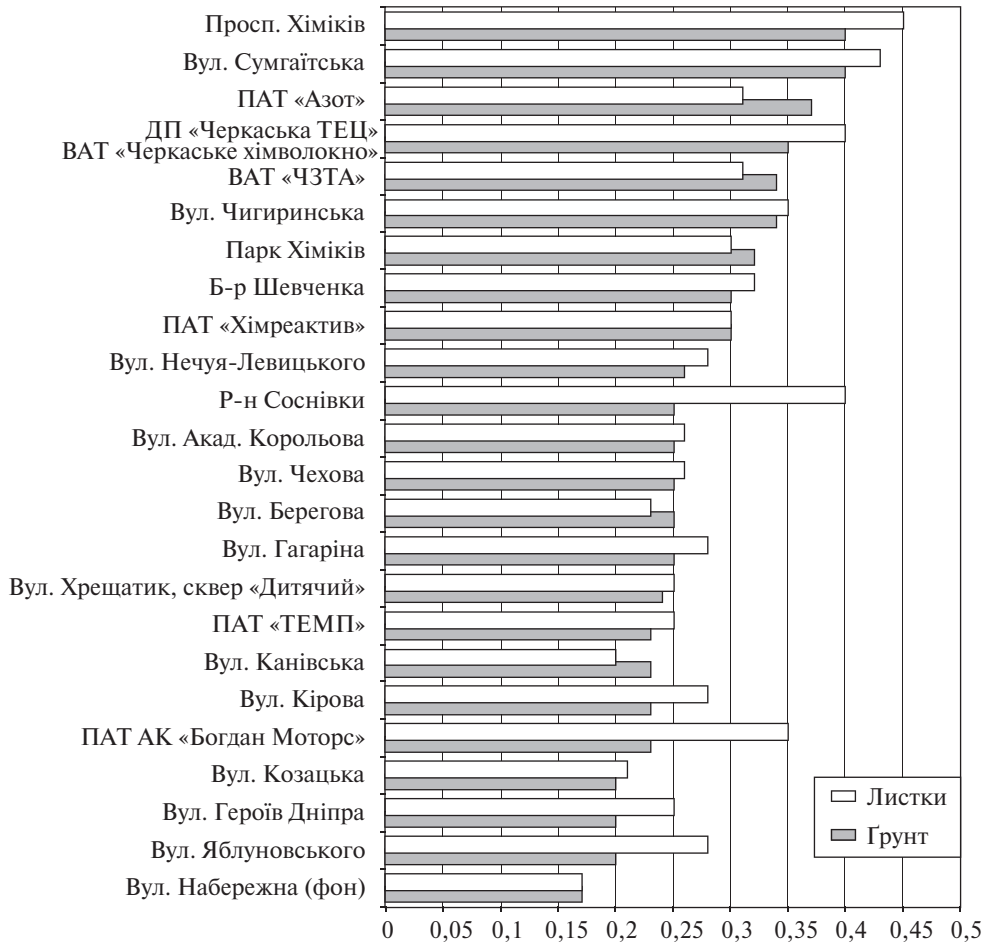


Рис. 5. Уміст Cd у листках *Tilia cordata* Mill. та ґрунті (мг/кг с.м.) з локалітетів м. Черкас, 2014 р.

ВИСНОВКИ

Атомно-абсорбційний аналіз листків біоіндикаторного виду *T. cordata* та ґрунтів з локалітетів м. Черкас свідчить про комплексне забруднення території низкою ВМ.

За загальним умістом важких металів у листовій біомасі та ґрунтах з локалітетів різного ступеня техногенного забруднення їх можна розташувати у такій послідовності – Zn > Cu > Pb > Cd.

Забруднення Cu та Zn ґрунтів і листків *T. cordata* зумовлено, насамперед, шкідливими викидами хімічних підприємств на території м. Черкас, Pb – промисловими і транспортними чинниками, а Cd – наближенням до транспортних магістралей.

Отримані дані свідчать про репрезентативність виду *T. cordata* як біоіндикатора забруднення урбоecosистем важкими металами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Биодиагностика в экологической оценке почв и сопредельных сред: тезисы докладов Международной конференции (Москва, 4–6 февраля 2013 г.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 296 с.
2. Макроміцети-біоіндикатори забруднення радіоцезієм лісових екосистем України / Г.А. Гродзинська.

- ська, С.О. Сирчін, М.Д. Кучма, В.В. Коніщук // Вісник Національної академії наук України. — 2008. — № 9. — С. 26–37.
3. *Дідух Я.П.* Основи біоіндикації / Я.П. Дідух. — К.: Наукова думка, 2012. — 344 с.
 4. Leaf saturation isothermal remanent magnetization (SIRM) as a proxy for particulate matter monitoring: inter-species differences and in-season variation / F. Kardel, K. Wuyts, B.A. Maher et al. // *Atmospheric Environment*. — 2011. — 45 (29). — P. 5164–5171.
 5. Verma A. Biochemical and ultrastructural changes in plant foliage exposed to auto-pollution / A. Verma, S. Singh // *Environmental Monitoring and Assessment*. — 2006. — Vol. 120. — P. 585–602.
 6. Chauhan A. Photosynthetic pigment changes in some selected trees induced by automobile exhaust in Dehradun, Uttarakhand / A. Chauhan // *New York Science Journal*. — 2010. — Vol. 3. — P. 45–51.
 7. Nebesnyi V.B. Assessment of technogenic pollution of Kyiv (Ukraine) with spectral reflectal characteristics of *Tilia cordata* Mill. (*Tiliaceae*) leaves / V.B. Nebesnyi, A.A. Grodzinskaya // *Environmental and Socio-economic Studies*, 2015. — P. 38–42.
 8. The use of *Tilia cordata* Mill. as bioindicator for the evaluation of the ecological state of Kyiv urbanized areas (Ukraine) / V.B. Nebesnyi, A.A. Grodzinskaya, A.Yu. Gonchar et al. // *Journal of Medicinal Plants Studies*. — 2015. Vol. 4 (3) — P. 277–282.
 9. Интенсивность накопления тяжелых металлов естественной травянистой растительностью / Т.М. Минкина, Г.В. Мотузова, Н.Н. Мирошниченко и др. // Биодиагностика в экологической оценке почв и сопредельных сред: тезисы докладов Международной конференции (Москва, 4–6 февраля 2013 г.). — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — С. 144.
 10. Корнелюк Н.М. Еколого-гігієнічна оцінка забруднення ґрунту важкими металами, як показника інтенсивності техногенного впливу (на прикладі м. Черкаси) / Н.М. Корнелюк // Вісник Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського. — 2007. — Вип. 2 (43), Ч. 2. — С. 119–121.
 11. Гуцуляк В.М. Ландшафтознавство: теорія і практика: навчальний посібник / В.М. Гуцуляк. — Чернівці: Рута, 2008. — 124 с.
 12. Еколого-геохімічні дослідження об'єктів довкілля України / За ред. Е.Я. Жовинського, І.В. Курасової. — К.: Альфа-реклама, 2012. — 156 с.
 13. Дмитриев М.Т. Справочник санитарно-химического анализа загрязняющих веществ в окружающей среде / М.Т. Дмитриев. — М.: Химия, 1989. — 367 с.

REFERENCES

1. *Биодиагностика в экологической оценке почв и сопредельных сред* (2013). [Bioindication in ecological assessment of soils and related habitats]. Proceeding of the International conference. Moskva 4–6 fevralya 2013 g: BINOM. Laboratoriya znaniy Publ., 296 p. (in Russian).
2. Hrodzyska H.A., Syrchin S.O., Kuchma M.D., Konischuk V.V. (2008). *Makromitsety-bioindikatory zabrudnennia radiotseziem lisovykh ekosystem Ukrainy* [Macromycetes-bioindicators radiocaesium contamination of forest ecosystems Ukraine]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine]. No. 9, pp. 26–37 (in Ukrainian).
3. Didukh Ya.P. (2012). *Osnovy bioindykatsii* [Basics of bioindication]. Kyiv: Naukova dumka Publ., 344 p. (in Ukrainian).
4. Kardel F., Wuyts K., Maher B. A., Hansard R., Samson R. (2011). Leaf saturation isothermal remanent magnetization (SIRM) as a proxy for particulate matter monitoring: inter-species differences and in-season variation. *Atmospheric Environment*, No. 45 (29), pp. 5164–5171 (in English).
5. Verma A., Singh S. (2006). Biochemical and ultrastructural changes in plant foliage exposed to auto-pollution. *Environmental Monitoring and Assessment*, No. 120, pp. 585–602 (in English).
6. Chauhan A. (2010). Photosynthetic pigment changes in some selected trees induced by automobile exhaust in Dehradun, Uttarakhand. *New York Science Journal*, No. 3, pp. 45–51 (in English).
7. Nebesnyi V. B., Grodzinskaya H.A. (2015). Assessment of technogenic pollution of Kyiv (Ukraine) with spectral reflectal characteristics of *Tilia cordata* Mill. (*Tiliaceae*) leaves. *Environmental and Socio-economic Studies*, pp. 38–42 (in English).
8. Nebesnyi V.B., Grodzinskaya H.A., Gonchar A.Yu., Konyakin S.M., Schur K.Yu. (2015). The use of *Tilia cordata* Mill. as bioindicator for the evaluation of the ecological state of Kyiv urbanized areas (Ukraine). *Journal of Medicinal Plants Studies*, No. 4 (3), pp. 277–282 (in English).
9. Minkina T.M., Motuzova G.V., Miroshnichenko N.N., Fateev F.I., Mandzhieva S.S., Chaplgin V.A. (2013). *Intensivnost' nakopleniya tyazhelykh mteallov estestvennoy travyanistoy rastitelnostyu* [The intensity of accumulation of heavy metals of natural herbaceous vegetation]. *Biодiagnostika v ekologicheskoi otsenke pochv i sopredelnykh sred* [Bioindication in ecological assessment of soils and related habitats]. Proceeding of the International conference, Moskva 4–6 fevralya 2013 g, Laboratoriya znaniy Publ., pp. 144 (in Russian).
10. Korneliuk N.M. (2007). *Ekoloho-hihiienichna otsinka zabrudnennia gruntu vazhkymy metalamy, yak pokaznyka intensyvnosti tekhnohennoho vplyvu (na prykladi m. Cherkasy)* [Ecological and hygienic assessment of soil pollution with heavy metals, as an indicator of the intensity of anthropogenic impact (for example, m. Cherkasy)]. *Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu im. M. Ostrohradskoho* [Bulletin of the Kremenchug National University, M. Ostrogradskii]. Vol. 2 (43), Iss. 2, pp. 119–121 (in Ukrainian).
11. Hutsuliak V.M (2008). *Landshaftoznavstvo: teoriia i praktyka: navchalnyi posibnyk* [Landscape: Theory

- and Practice: Tutorial]. Chernivtsi: Ruta Publ., 124 p. (in Ukrainian).
12. Zhovinskyi E.Ya., Kuraeva I.V. (2012). *Ekoloho-geo-khimichni doslidzhennia ob'ektiv dovkilia Ukrainy* [Ecological and geochemical research of environmental objects of Ukraine]. Kyiv: Alpha-reklama Publ., 156 p. (in Ukrainian).
13. Dmitriev M.T. (1989). *Spravochnik sanitarno-himicheskovo analiza zagriazniaschikh veschestv v okruzhaiuschei srede* [Reference sanitary-chemical analysis of pollutants in the environment]. Moskva: Himiia Publ., 367 p. (in Russian).

УДК 551.515:504(477)(292.485)

ВПЛИВ РЕГІОНАЛЬНИХ ПОГОДНИХ АНОМАЛІЙ НА АГРОЕКОСИСТЕМИ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Г.П. Довгаль, Н.О. Волошина

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

Обґрунтовано актуальність проблеми непрогнозованої динамічної зміни кліматичних умов території, що формує небезпеку для розвитку аграрного сектора економіки країни. Проаналізовано багаторічні дані показників упродовж 1995–2014 рр., що характеризують температурний режим та режим зволоження території Лубенського р-ну Полтавської обл. Встановлено основні тенденції та закономірності їх динаміки з урахуванням ступеня відхилення від багаторічної норми. Визначено залежність стійкості та розвитку агроecosистемного комплексу від зміни кліматичних умов території та потенційні наслідки несприятливого впливу вказаних чинників.

Ключові слова: кліматичні умови, агроecosистема, стійкість, сільськогосподарські культури.

Одним із основних чинників, що визначають високий потенціал розвитку аграрного виробництва, є сприятливі кліматичні умови. Однак сучасні динамічні зміни кліматичної системи мають доволі непрогнозований характер. Актуальність цього питання насамперед обумовлено специфікою антропогенного впливу та його масштабами. Кліматичний саміт у Парижі 2015 р. під егідою ООН підкреслює занепокоєність країн світу глобальною зміною клімату та його наслідками. Науковці попереджають, що зростання температури повітря на 2°C може спричинити небезпечний та непередбачуваний вплив на клімат певної території, що своєю чергою торкнеться всіх живих об'єктів навколишнього природного середовища. З огляду на те, що нині цей поріг вже досягнув половини критичного значення (температура зросла на 1°C) – проблема набуває глобальних масштабів [1]. Зокрема, нестійкі зміни кліматичних умов

довкілля позначаються на стані агроecosистеми, яка є особливо уразливою щодо такого впливу. Її стійкість визначається сукупністю та взаємодією чинників, що напряму залежать від біологічної продуктивності культур. Насамперед, поняття стійкості передбачає здатність системи до збереження своєї структури і функціональних властивостей за впливу зовнішніх чинників. Розвиток і зміна агроecosистемного комплексу залежать від стабільності екологічного середовища, зокрема кліматичних умов території.

Однією з початкових умов забезпечення стабільного розвитку агроecosистеми [3] є вивчення природних ресурсів, у т.ч. і найголовніших – агрокліматичних. Вони безпосередньо відображають ступінь відповідності кліматичних умов території чинникам існування сільськогосподарських культур – світла, тепла і вологи.

Тому постає питання про необхідність встановлення зв'язків між змінами чинників довкілля та розвитком агроecosистеми,

зокрема нестійкої динаміки змін кліматичних умов. Першочерговим завданням у розв'язанні цієї проблеми є визначення відповідності агрокліматичних умов території тому чи іншому виду господарської діяльності. Зауважимо, особливе значення має дослідження зміни кліматичних умов певних регіонів України, які характеризуються відповідним природно-ресурсним потенціалом для ведення господарської діяльності. До таких, зокрема, належить Полтавська обл., площа цінних сільськогосподарських земель якої має найвищий показник (1411 тис. га) порівняно з іншими регіонами нашої держави.

Метою роботи є вивчення залежності розвитку агроєкосистеми від зміни погодного чинника конкретної території, зокрема в аспекті нестійких змін кліматичних умов довкілля.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для встановлення закономірностей впливу умов навколишнього природного середовища, зокрема кліматичних чинників, на продуктивність агроєкосистеми узгальнили та проаналізували багаторічні (за період 1995–2014 рр.) дані показників, що характеризують температурний режим та режим зволоження території Лубенського р-ну Полтавської обл. Кліматичну обробку показників температури, кількості опадів та їх частоти проводили за методикою О.О. Врублевської [4]. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою програми Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Згідно з агроґрунтовим районуванням України, сільськогосподарські угіддя Лубенського р-ну Полтавської обл. розташовуються в лісостеповій зоні чорноземів. Рельєф місцевості — рівнинний. Господарства району територіально розміщуються на правому березі р. Сула. Клімат — помірно-континентальний. Середня річна температура повітря становить 7,5°C. Абсолютний максимум температури повітря досягав +39,5°C (8.08.2010 р.), мінімум сягав -33,6°C (7.01.1935 р.). Сумарна кіль-

кість опадів за рік становить 627 мм. Сума ефективних температур — 2650–2750°C. Середня тривалість вегетаційного періоду становить 234 дні. Кількість днів з опадами, що перевищують 5 мм — 36–38. Переважний обсяг опадів припадає на літній період, здебільшого у вигляді помірних дощів, які добре зволожують ґрунт.

Зважаючи на проблему зміни континентальності клімату [5], дедалі гостріше постає питання динаміки кліматичних чинників та їх впливу на вже сформовану, чітко злагоджену систему вирощування сільськогосподарських культур у межах конкретних виробничих агломерацій. Тому необхідно враховувати ці прогнози, відповідно до яких більшість екосистем України зазнають змін навіть за незначного відхилення кліматичних показників. Такі зміни можуть спричинити несприятливий вплив на вирощування традиційних культур і розвиток аграрного виробництва на сформованих територіях.

Зміщення кліматичних зон може зумовити зниження врожайності основних культур кожного району, що забезпечують продовольчу стабільність сільськогосподарського виробництва як регіонів, так і держави загалом.

Результати аналізу динаміки комплексу кліматичних умов, які характеризують стан агроєкосистеми та визначають продуктивність її ланок, засвідчили про чітку систему взаємозв'язків між зміною значення того чи іншого параметра і реакцією агроєкосистеми.

Зокрема, визначено величину відхилення від багаторічної норми середньорічних температур упродовж 1961–1990 рр. (табл. 1) [6]. Їх усереднене значення продемонструвало підвищення температури повітря на 1°C.

Поступове зростання середньорічної температури повітря можна чітко простежити в процесі дослідження динаміки її зміни (рис. 1). Лінія тренду відображає підвищення значення цього параметра.

Зокрема, у 2007 р. у Полтавській обл., як і на всій території України, було зафіксовано найвищу середньорічну температу-

Таблиця 1

Значення відхилення середньорічної температури повітря від багаторічної норми ($M \pm m$)*

Рік	Середньорічна температура повітря, °C	Багаторічна норма	Відхилення від норми
1995	8,3±0,2	7,5	0,8±0,2
1996	7,2±0,2	7,5	-0,3±0,2
1997	7±0,2	7,5	-0,5±0,2
1998	7,8±0,2	7,5	0,3±0,2
1999	9±0,2	7,5	1,5±0,2
2000	8,6±0,2	7,5	1,1±0,2
2001	8,4±0,2	7,5	0,9±0,2
2002	8,9±0,2	7,5	1,4±0,2
2003	7,6±0,2	7,5	0,1±0,2
2004	8,3±0,2	7,5	0,8±0,2
2005	8,6±0,2	7,5	1,1±0,2
2006	7,9±0,2	7,5	0,4±0,2
2007	9,6±0,2	7,5	2,1±0,2
2008	9,2±0,2	7,5	1,7±0,2
2009	9±0,2	7,5	1,5±0,2
2010	9,4±0,2	7,5	1,9±0,2
2011	8,5±0,2	7,5	1±0,2
2012	9±0,2	7,5	1,5±0,2
2013	9,4±0,2	7,5	1,9±0,2
2014	9,3±0,2	7,5	1,8±0,2

Примітка: * m – статистична стандартна похибка вибіркового середнього арифметичного температур повітря за 20-річний період.

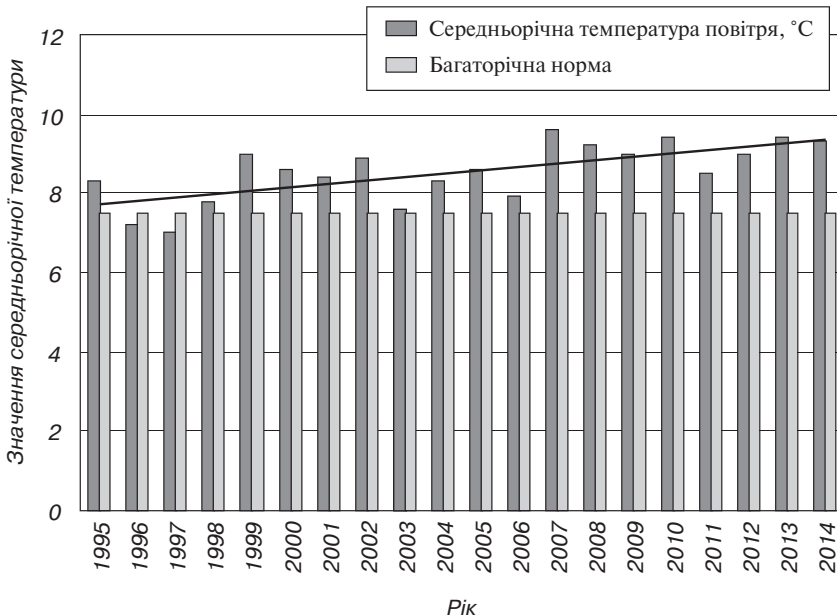


Рис. 1. Середньорічна температура повітря за даними метеорологічної станції Лубенського р-ну

ру повітря упродовж усього часу інструментальних спостережень за погодою. Вона перевищила норму на $2,1^{\circ}\text{C}$.

З огляду на це, необхідно зважати на особливості умов вегетації рослин. Збільшення тривалості вегетаційного періоду сільськогосподарських культур зумовлює загрозу їх ушкодження ранніми весняними заморозками. Низькі температури спричиняють різке зниження інтенсивності вбирання кореневою системою води і поживних речовин, натомість надмірно висока температура середовища зумовлює значне непродуктивне витрачання води з ґрунту через фізичне випаровування та транспірацію [7].

Насамперед потепління проявляється в холодний період року. Зими стають значно теплішими і менш сніжними. Стабільний сніговий покрив з листопада до березня стає рідкістю. Деякі зими (1996–1997 рр.) були надзвичайно холодними і безсніжними. Саме тоді реєструвалось вимерзання озимих культур на значних площах.

Окремо слід відзначити зимовий сезон 2002–2003 рр., катастрофічні наслідки якого для озимих культур (втрачено близько 70% посівів через тривале залягання потужної льодяної кірки) були спричинені

нестійкими змінами кліматичних умов території.

Наступним критерієм непрогнозованої динаміки зміни кліматичних умов є класичний показник теплозабезпеченості рослин, а саме – сума температур повітря за період 1995–2014 рр. зі значенням вище 10°C . У роботах М.О. Шалімова йшлося про зростання цієї величини для всіх регіонів України. Відповідно до наших досліджень, за даними метеорологічної станції Лубенського р-ну було встановлено його динаміку за дослідний період (рис. 2).

Динаміка зростання теплозабезпеченості відображає чітку зміну кліматичних умов території району. Це значення безпосередньо впливає на стійкість агроєкосистеми. З урахуванням біологічних та морфологічних особливостей сільськогосподарських культур було відзначено переорієнтацію видів галузевого спрямування господарствами району. Зокрема, із 1999 р. майже припинено вирощування цукрового буряку як типової культури території області, заміною йому став соняшник. Це, насамперед, спричинено кліматичними умовами території. Так, соняшник порівняно із цукровим буряком є сухостійкою культурою, тоді як останній в умовах ви-

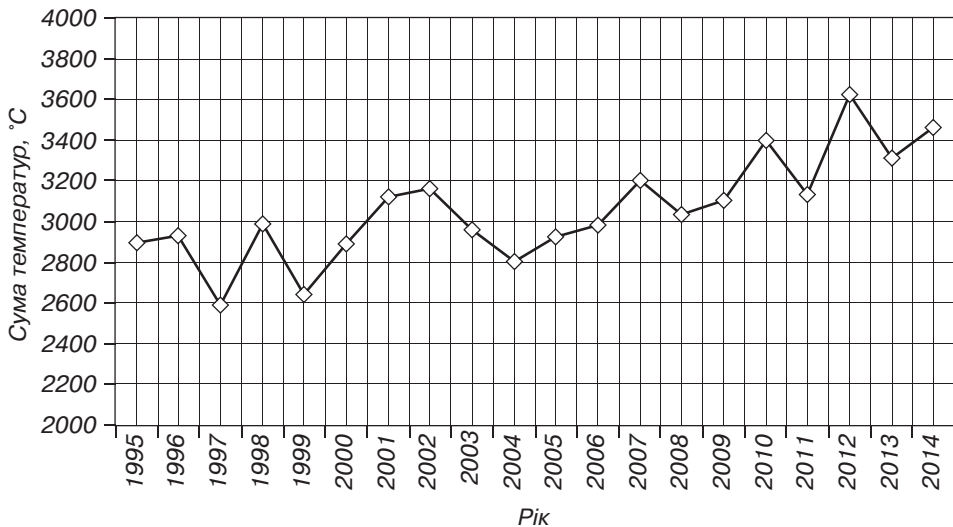


Рис. 2. Динаміка класичного показника теплозабезпеченості рослин

соких температур не плодоносить навіть на другому році життя.

Атмосферні опади є головним джерелом, завдяки якому утворюються запаси вологи в ґрунті, що впливають на ріст та розвиток рослин [8]. Під час аналізу режиму зволоженості території було встановлено зниження показника річної суми опадів порівняно з багаторічною нормою (рис. 3).

Так, у 2007, 2011 і 2014 роках забезпеченість вологою виявилася вкрай низькою. Нестача опадів сягала від 17% у 2007 р. – до 25–26% у 2011 та 2014 роках.

Така закономірність зумовлює зменшення забезпеченості вологою агроєкосистеми, що негативно позначається на продуктивності культур. Тому постає проблема переорієнтації виробництва на більш посухостійкі види.

Також слід зауважити, що, окрім суми опадів, більш достовірним та важливим є їх розподіл. Нині спостерігається тенденція до збільшення кількості малоєфективних

дощів, особливо на тлі високих температур повітря.

Випадання місячної норми опадів за один-два дні або півдоби не здатне забезпечити сільськогосподарські культури необхідною кількістю вологи впродовж усього періоду вегетації. Зокрема, останніми роками спостерігається деяке зменшення кількості опадів узимку, що негативно позначається на формуванні відповідного запасу вологи для активізації весняних процесів.

Кількість днів з опадами є важливою характеристикою кліматичного режиму території. Однак також необхідно зважати і на їх інтенсивність, оскільки вирішальне значення для продуктивного росту та розвитку сільськогосподарських культур мають помірні опади (із сумою понад 5 мм). Саме вони, переважно, формують ефективний потенціал вологи, що засвоюється культурами, і є необхідним джерелом енергії для забезпечення всіх процесів життєдіяльності [9]. Під час аналізу динаміки



Рис. 3. Середньорічна сума опадів за даними метеорологічної станції Лубенського р-ну

Таблиця 2

Кількість днів із опадами понад 5 мм за даними метеостанції Лубенського р-ну

Рік	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Кількість днів	38	31	48	42	30	39	42	33	40	42	41	45	31	34	37	44	26	36	35	26

кліматичних показників було відзначено тенденцію до зменшення кількості помірних опадів (табл. 2). До того ж спостерігається їх зниження, особливо впродовж останніх років.

Слід наголосити на нерівномірності розподілу кількості днів з опадами. Зокрема, останніми роками сумарна тривалість бездощового періоду досягає близько 20 днів поспіль та більше. Доволі часто така амплітуда значень припадає на травень, що є основним періодом активної вегетації для більшості культур. Так, у травні 2011 р. на території району випало лише 17% опадів від багаторічної норми, а того самого місяця у 2012 р. — 54%. Така розбіжність негативно впливає на ріст та розвиток сільськогосподарських культур, що супроводжується зрідженням посівів. Своєю чергою цей процес спричиняє збільшення показника забур'яненості території.

Бездощовий період в осінні місяці зумовлює затримку здійснення посівів озимих зернових культур та погіршення їх сходів.

ВИСНОВКИ

Аналіз багаторічних показників упродовж з 1995–2014 рр., що характеризують температурний режим та режим зволоження території Лубенського р-ну Полтавської обл., свідчить про нестійку динаміку кліматичних умов. Зокрема було встановлено, що розширення сезону вегетації сільськогосподарських культур унаслідок зростання середньорічної температури та збільшення значення класичного показника теплозабезпеченості рослин може спричинити порушення стійкості агроecosистемного комплексу.

Визначальним критерієм кліматичної системи є співвідношення помірних опадів (понад 5 мм) упродовж місяця. Під час аналізу багаторічних даних було встановлено зниження кількості їх випадання. Дані загального розподілу днів з опадами свідчать, що останніми роками, сумарна тривалість бездощового періоду досягає 20 днів поспіль та більше. Переважно такі зміни спостерігаються у травні, який є періодом активної вегетації для більшості культур.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кліматичний саміт в Парижі — найважливіший на планеті [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://ua.euronews.com/2015/11/30/world-leaders-as-never-before-kick-start-climate-talks-at-paris-cop21/>
2. Тараріко Ю.О. Енергозберігаючі агроecosистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України / Ю.О. Тараріко. — К.: ДІА, 2011. — 576 с.
3. Ляшенко І.М. Моделювання економічних, екологічних і соціальних процесів: навчальний посібник / І.М. Ляшенко, М.В. Коробова, І.А. Горіцина. — К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. — 320 с.
4. Врублевська О.О. Кліматологічна обробка окремих метеорологічних величин / О.О. Врублевська, Г.П. Катеруша, Н.К. Миротворська. — Одеса: Вид-во «ТЭС», 2004. — 150 с.
5. Шалимов Н.А. Еволюція атмосферного клімату Землі / Н.А. Шалимов. — Одеса: Друк, 2009. — 204 с.
6. Косовець О.О. Кліматичні особливості у 2014 році / О.О. Косовець // Праці Центральної геофізичної обсерваторії. — 2015. — Вип. 11 (25). — С. 14–19.
7. Дідух Я.П. Поняття про стійкість екосистем / Я.П. Дідух // Основи біоіндикації. — К.: Наук. думка, 2011. — С. 288–299.

8. Дмитренко В.П. Погода, клімат і урожай польових культур: [монографія] / В.П. Дмитренко; НАН України, Укр. наук.-дослід. гідрометеоролог. ін-т. — К.: Ніка-Центр, 2010. — 620 с.
9. Настанова гідрометеорологічним станціям і постантам. — Вип. 11. Агromетеорологічні спостереження. — К.: Державна гідрометеорологічна служба України, 2007. — 303 с.

REFERENCES

1. *Klimatychnyi samit v Paryzhi — naivazhlyvishyi na planeti* [Climate Summit in Paris — the most important in the world]. [Electronic resource]. Available at: <http://ua.euronews.com/2015/11/30/world-leaders-as-never-before-kick-start-climate-talks-at-paris-cop21/> (in Ukrainian).
2. Tatariko Yu.O. (2011). *Enerhozberihaiuchi ahroekosystemy. Otsinka ta ratsionalne vykorystannia ahroresursnoho potentsialu Ukrainy* [Energy-saving agro-ecosystems. Evaluation and rational use agro-resources potential of Ukraine]. Kyiv: DIA Publ., 576 p. (in Ukrainian).
3. Liashenko I.M., Korobova M.V., Horitsyna I.A. (2010). *Modeliuvannia ekonomichnykh, ekolohichnykh i sotsialnykh protsesiv: navchalnyi posibnyk* [Modeling of economic, environmental and social processes: textbook]. Kyiv: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr «Kyivskiyi universytet» Publ., 320 p. (in Ukrainian).
4. Vrublevska O.O., Katerusha H.P., Myrotvorska N.K. (2004). *Klimatolohichna obrobka okremykh meteorolohichnykh velychyn* [Climatology obrobka okremykh meteorologichna values]. Odesa: Vydavnytstvo «ТЭС» Publ., 150 p. (in Ukrainian).
5. Shalymov N.A. (2009). *Evolutsiya atmosferного klimata Zemli* [Evolution of the Earth for atmospheric climate]. Odessa: Druk Publ., 204 p. (in Ukrainian).
6. Kosovets O.O. (2015). *Klimatychni osoblyvosti u 2014 rotsi* [Climatic features 2014]. *Pratsi Tsentralnoi heofizychnoi observatorii* [Proceedings of the Central Geophysical Observatory]. Iss. 11 (25). pp. 14–19 (in Ukrainian).
7. Didukh Ya.P. (2011). *Poniattia pro stiikist ekosystem* [Notion of the stability of ecosystems]. *Osnovy biolohichnykh nauk Ukrainy, Ukrainskiyi naukovodoslidnyi hidrometeorolohichnyi instytut*. Kyiv: Naukova dumka Publ., pp. 288–299 (in Ukrainian).
8. Dmytrenko V.P. (2010). *Pohoda, klimat i urozhai polovykh kultur: [monografii]* [Weather, climate and harvest field crops: monograph]. *Natsionalna akademiia nauk Ukrainy, Ukrainskiyi naukovodoslidnyi hidrometeorolohichnyi instytut*. Kyiv: Nika-Tsentr Publ., 620 p. (in Ukrainian).
9. *Nastanova hidrometeorolohichnym stantsiam i postam* [Guidelines meteorological stations and posts]. *Ahrometeorolohichni sposterezhenia* [Agrometeorological observation]. Kyiv: Derzhavna hidrometeorolohichna sluzhba Ukrainy (2007). Iss. 11, 303 p. (in Ukrainian).

УДК 551.521/(633.2+551.435.122)

REGULARITIES OF ¹³⁷Cs TRANSITION INTO MEADOW VEGETATION IN FLOOD-PLAIN SOILS

V. Feschenko, V. Gurelya

Інститут сільського господарства Полісся НААН

Наведено результати досліджень особливостей проведення докорінного поліпшення забруднених унаслідок аварії на ЧАЕС агроєкосистем Полісся України. Встановлено, що основними чинниками впливу на надходження ¹³⁷Cs із ґрунтів радіоактивно забруднених сільськогосподарських угідь у продукцію є видовий склад рослин, фізико-хімічні властивості ґрунту, а також погодні умови. Обґрунтовано необхідність постійного моніторингу та наукового супроводу розроблення і реалізації контрзаходів. Доведено, що використання сучасних технологій та ведення рентабельного сільськогосподарського виробництва є оптимальним способом реабілітації забруднених територій.

Ключові слова: радіоактивне забруднення, травостій, реабілітація сільськогосподарського виробництва, Українське Полісся, контрзаходи.

Meadow is a specific nature object, where the processes of vital activity drawn to bio-

logical circulation of biomass substances in grassy vegetation take place very intensively. The size of annual biomass dying off in meadow biocenoses makes up 35–55%, as in

forest ones it makes up 5–7%. Firstly, it is connected with variation of meadow vegetation which consists of perennial grasses, where cereal varieties make 85% of the whole grass biomass and, secondly, with presence of meadow sod, which is an active sorbent with especially favourable conditions for reutilization of mineral elements of plant matter and for absorption nutrients coming from outside including radionuclides [1]. Taking into account Chernobyl NPP accident, radioactive contamination of flood plain soils needs reconsideration of agricultural using for receiving ecologically-safe (from radionuclides) agricultural production not exceeding AL-2006 (acceptable contamination level).

The biggest amount of ^{137}Cs comes into grass stand under cultivation in conditions of surplus moistening, especially in peat soils (table 1). Meadows on peaty-gley soils can be used only for feeding cattle [2].

Rational improvement of flood-plain soils is impossible without optimization of a number of negative characteristics. In a complex of agro-measures for soil improvement such measures as radionuclides blocking, surplus acidity removing, improving of physical and agro-chemical characteristics should be foreseen.

The most effective measure of decreasing natural forage lands contamination is their fundamental improvement. Under the first fundamental improvement transition of radionuclides from soil into meadow grasses can

decrease by 2–10 times and under the second one – by 2–3 times [3].

After Chernobyl NPP accident 101.285 ha of farmlands in Kyiv and Zhytomyr regions were excluded from economic turnover. Their rehabilitation will be realized according to special projects developed on the base of repeated radiological examination of these territories. Lands set-aside because of low fertility will be returned primarily. They can be used for haymaking and pasture land for feeding young cattle in completing of growing [2].

Radionuclides getting into the soil can be in different forms: water-soluble, exchangeable, non-exchangeable and strongly fixed. Absorption processes of radionuclides in soils influence their forms re-distribution especially under continuance in soil. With the lapse of time their physical and chemical properties change and radionuclides become less accessible for plants – the process of their «aging» in soils takes place.

The forms of radionuclides residence in the soil determine their further conduct in soil coating and migration about soil profile. Their movement about soil profile changes their distribution in root soil layer, which influences their availability to plant root systems.

Scheme of radionuclide availability by plant roots is similar to absorption of basic nutrients – macro- and microelements. The main difference lies in radionuclides presence in the environment in low concentration.

Table 1

 ^{137}Cs transition into grass stands of natural not improved meadows, TC (Bq/kg / kBq/m²)

Soil	Type of meadows	TC
Meadow loamy sand	Dry land normal	0.01–0.2
	Flood-plain damp	0.2–1.0
Soddy-podzolic loamy	Dry land normal	0.1–0.2
Soddy-podzolic sandy	Dry land normal	0.2–0.5
Soddy-podzolic sandy	Dry land surplus damp	1.0–2.0
Soddy-podzolic sandy	Flood-plain damp	1.0–2.0
Peaty-gley	Peaty drained	2.0–3.0
	Peaty flood	14.0–21.0
	Peaty lowland	35.0–50.0

Chemical properties of ions influence radionuclides coming into plants out of nutrient medium [4].

Scientists have determined that air temperature and rainfall during the vegetation period play the most important role in ^{137}Cs coming into plants [5]. They found out direct correlative dependence between ^{137}Cs content in plants, amount of atmospheric precipitation (may-august), spring and autumn moisture stocks in one meter soil layer.

Contamination of plant production with radionuclides during their coming out of soil into plants depends on soil surface specificity. The highest contamination level is observed in soddy-podzolic soils especially with light granular content; the less one — in grey forest soils and serozems and the lowest one — in ordinary chernozem [6].

MATERIALS AND METHODS

During 1991–2005 on the base of Institute of Agriculture Polissia NAAS peculiarities of flood-plain soils and influence countermeasures on ^{137}Cs transition into meadow vegetation were studied. Aimed at this monitoring researches and establishment of stationary researches were brought about on the flood plains of the river Mostva near the villages of Nemyrivka and Zubivschyna, Korosten district, Zhytomyr region.

Researches were carried out on the territory of farms in the III–IV zones of radioactive contamination on soddy-podzolic and peat-boggy soils. The object of researches was perennial natural and cultural cenoses, which differed in botanic and biologic peculiarities and level of radioactive contamination.

Meadow vegetation is presented by flood-plain and dry valley meadows. Such bogs as sedge, sedge-hypnum and sedge-sphagnum are spread among the others.

Such plants as meadow June grass, yarrow and bottle brush are the most widespread. Despite the vegetation uniformity, ^{137}Cs accumulation coefficients differ greatly even for one species [5].

When carrying out the analysis, plants were taken out of the plot around the rectangular perimeter from the area of 1 m^2 in

8–10 places. Plants were cut at a height of 3–5 cm from the soil surface and the sample for spectrometric analysis was prepared according to [7].

^{137}Cs specific activity was determined in air-dry soil samples in crop production with gamma-spectrometer SEG-05.

Flood-plain soils improvement lied in deep ploughing and applying mineral fertilizers $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$ with liming in the amount of 60 t/ha.

RESULTS AND DISCUSSION

Some meadow and pasture plants differ in higher radionuclides accumulation in comparison with plants on arable lands. It is connected with absorption nutrients by plants from sod layer, where radionuclides are sorbed too. The difference in radionuclides accumulation by plants of different species is defined according to their root system development.

Generally, in the first cutting the coefficient indices of transition were 2–8 times higher than in the second one.

Comparing with average annual data of 1991–2000 we can see that miscellaneous herbs such as meadow foxtail and awnless brome grass and leguminous plants such as white clover have high level of ^{137}Cs accumulation. Transition coefficients vary from 0.59 to 11.9 (table 2).

Being concentrated in the sod, radionuclides migrate into the soil. Coming of the radionuclides into plants of natural dry land, flood-plain and peaty meadows depends on meadow type, characteristics of soil, which meadows were formed on, and time of their residence in sod. Depending on the meadow type and characteristics of soil, which meadows were formed on, ^{137}Cs coming into meadow natural grasses for certain grass species (forbs) in the first cutting differs by 7 times. The highest ^{137}Cs specific activity was observed among forbs on flood-plain meadow on soddy-podzolic loamy sand soil, the lowest one — on dry land meadow. Accumulation of this radionuclide sharply decreases with every cutting.

Based on the results of researches it was defined that the highest decrease of ^{137}Cs ac-

Table 2
Coefficient of ^{137}Cs transition from flood-plain (peat-boggy) soil into different plant species (first cutting)

Plant	TC
Bulbous bluegrass	0.59
Bladder sedge	1.5
Reed fescue	1.6
Marsh sedge	1.8
Ophiopogon planiscapus	3.1
Yellow dock	3.15
Common timothy	3.2
Orchard grass	4.8
Common yarrow	5.48
Meadow horsetail	5.52
White clover	6.6
Common sedge	8.7
Awnless bromegrass	8.9
Silverweed cinquefoil	11.6
Meadow foxtail	11.9

cumulation in hay is observed next year after carrying out root improvement. ^{137}Cs specific activity in hay was approximately 600 Bq/kg. In comparison with the control grass stand activity decreased by 2–5 times.

However, during the next years we can observe fluctuation of radionuclides specific activity in dry matter of plants (pic. 1).

It can be explained by the fact that radionuclides specific activity in vegetation is determined by both their gross content in the soil and amount of mobile forms. So far as defined direct dependence between the main chemical characteristics and radionuclides content in vegetation so hydrolytic acidity increase, sum of exchangeable bases, amount of organic carbon and exchangeable chlorine results in increase of radionuclides accumulation by vegetation.

Taking into consideration the fact that flood-plain soils, depending on rain fall, can change their agro-chemical and agro-physical characteristics, the most intensively, so factor of «weather patterns» can be the most influential on specific activity of radionuclides in dry matter of plants.

Confirmation of this fact is rainfall disproportionality in the area of Polissia during 1990–2005 (pic. 2) and similarity of oscillatory amplitude of radionuclides specific activity in plants on improved and unimproved areas (pic. 1), taking into account the fact that the samples per years were taken at stationary fiducially points at the same vegetative stage. Botanical content of selected samples was the same too.

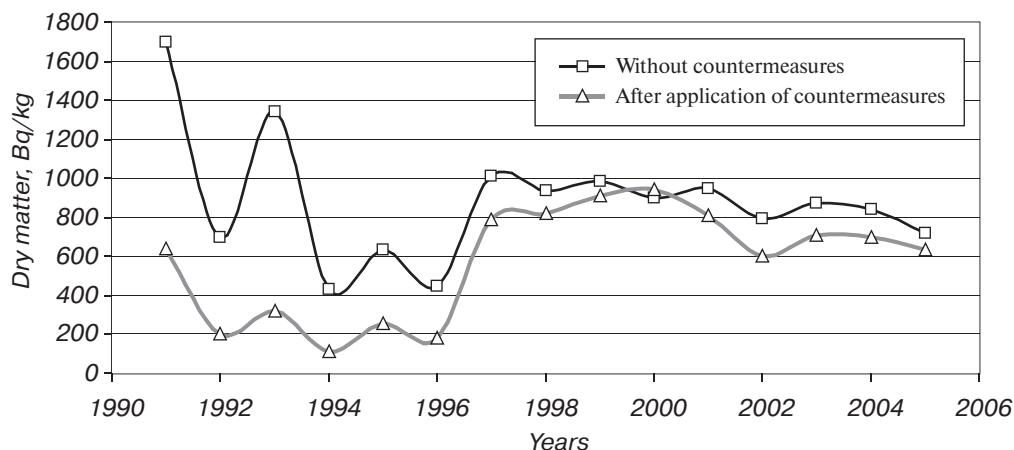


Fig. 1. ^{137}Cs accumulation dynamics by meadow vegetation on soddy-podzolic soil during 1991–2005, depending on using countermeasures, Bq/kg of dry matter

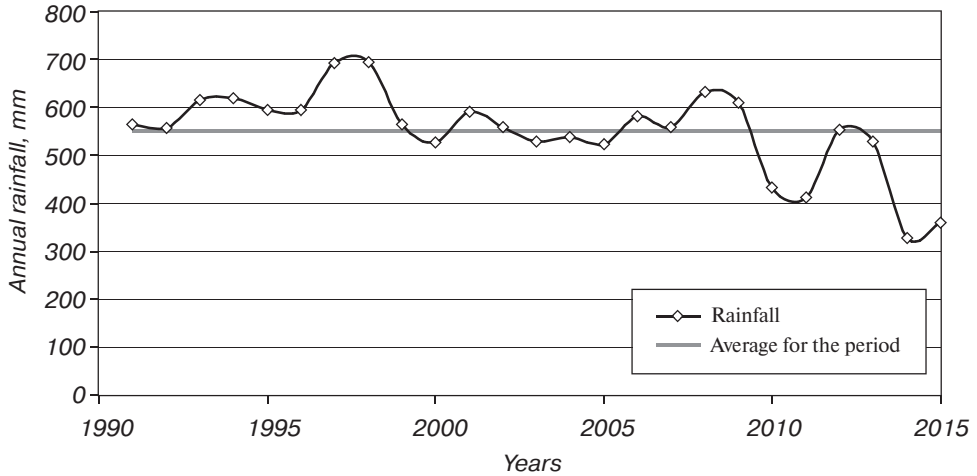


Fig. 2. Annual rainfall dynamics during 1991–2015 in Polissia (according to the data of Korosten meteorological station)

Somewhat different accumulation dynamics of radionuclides in dry matter of plants during the years was observed on peat-boggy soil (pic. 3), which confirms again the hypothesis of dependence radionuclides transition intensity into crop production on soil type and its peculiarities.

When analyzing received results, we can ascertain a fact that the highest decrease of ^{137}Cs accumulation in hay was observed next year, after carrying out root improving. ^{137}Cs

specific activity in hay was 181 Bq/kg, which is 10 times less than it was in the control. In comparison with the control ^{137}Cs specific activity in grass stands decreased by 2.3–4.6 times.

For the residents of inhabited localities, where contamination of soils is more than 5 Ci/km², critical, as to radiologic relation, ecologic situation arises; it is mainly stipulated by the fact that according to existing crop rotation on the territory of Ukrainian Polissia roughage is grown on drained and,

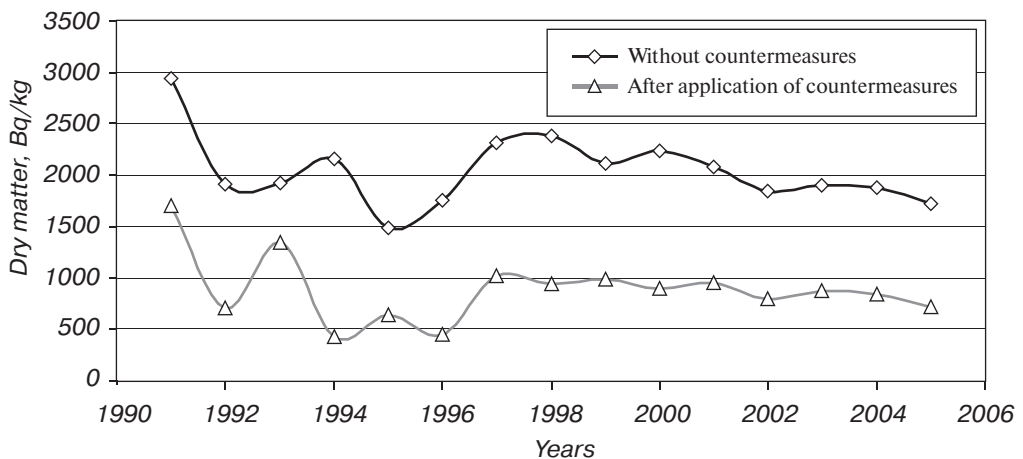


Fig. 3. ^{137}Cs accumulation dynamics by meadow plants on peat-boggy during 1991–2005, depending on countermeasures using, Bq/kg of dry matter

Table 3

**Density of territory contamination of r. Mostva flood plains,
depending on soil type and countermeasures**

Variant	Inhabited locality	Soil type	Density of territory contamination, Ci/km ²
Without improvement	v. Zubivschyna	Peat-boggy	6.8
After improvement	v. Zubivschyna	Peat-boggy	4.3
Without improvement	v. Nemyrivka	Soddy-podzolic	22.1
After improvement	v. Nemyrivka	Soddy-podzolic	7.1

mainly, peaty and flood-plain (50–60% of the area) lands.

In 1993, 1994, 1997, 2005 agro-ecological situation became worse even more in comparison with other years in consequence of water-related hazards and heavy rains. During some days there was about three months' rainfall over the northern districts of the region. Thousands of hectares of farmlands found themselves under water.

Research results showed that getting ecologically safe production is possible only based on the high level of production culture, introducing achievements in agricultural and land-reclamation science following recommendations according to radiation situation.

The main methods of increasing productivity and quality of natural haylands and pastures are their fundamental and surface improvement. Practical experience of advanced farms and experimental data show that when using the whole complex of works under surface improvement meadow productivity increases by 2–3 times and under fundamental one – by 3–4 times. At the same time intensity of radionuclides transition into crop production changes as well.

However, for different soil types influence of fundamental improvement on radionuclides migration in the system «soil – plant» is different. For example, the best effect as to decreasing soil contamination density under carrying out countermeasures was observed in soddy-podzolic soil in comparison with peat-boggy one (table 3).

It is explained by higher concentration of radionuclides in the upper layer of soddy-

podzolic soil, which in consequence of fundamental improvement turns into the depth of 18 cm. In peat-boggy soil radionuclides migration takes place more intensively that is why the content of radionuclides in upper layers is almost the same.

Scientists of the region were offered for decreasing radionuclides accumulation to use agro-technic measures, which increase soil fertility, such as liming, applying necessary amount of mineral and organic fertilizers in favourable relation, selection the crops capable to accumulate radionuclides and applying soil amendments and sorbents (bentonites, zeolites, montmorillonites, saponins etc.), carrying out decontamination cultivation with ploughing in contaminated soil [5].

CONCLUSIONS

Absorption of radionuclides by plants is mostly determined by their physical and biochemical characteristics, which is defined by their species composition.

In addition to density of territory contamination with radionuclides, ^{137}Cs specific activity is influenced by chemical characteristics of soil, which can be determined by meteorological patterns.

Received data affirm the necessity of constant radiological control of flood plain production, primarily that production which has the highest coefficients of radionuclides transition from soil into plants.

Fundamental improvement carried out in soddy-podzolic soils is more effective (more than 30%) than on peat-boggy ones.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Перепелятников Г.П.* Миграция радионуклидов в природных и полуприродных луговых экосистемах / Г.П. Перепелятников // Проблемы экологии лесів і лісокористування в Поліссі України. — 2002. — Вып. 3 (9). — С. 85–101.
2. Рекомендації щодо вибору напрямків і порядку проведення реабілітації виведених земель господарств Житомирської та Київської областей з метою повернення цих територій у народногосподарське використання / Б.С. Пристер, Л.В. Перепелятникова, Л.В. Каліненко та ін. — К., 1998. — 81 с.
3. Шляхи зменшення забруднення радіонуклідами кормів і тваринницької продукції в зоні аварії на ЧАЕС / Ю.І. Савченко, І.М. Савчук, Є.М. Місечко та ін. // Науковий вісник Львівської державної академії ветеринарної медицини імені С.З. Гжицького. — 2000. — С. 155–161.
4. *Кравець О.П.* Радіологічні наслідки радіонуклідного забруднення агроценозів: монографія / О.П. Кравець. — К.: Логос, 2008. — 238 с.
5. *Быстрицкий В.С.* Влияние комплекса агромелиоративных мероприятий на продуктивность лугов и пастбищ и снижение накопления радиоцезия в продукции / В.С. Быстрицкий, Л.Г. Демчук, В.П. Фещенко // Проблемы сельскохозяйственной радиоекологии. Десять лет спустя после аварии на Чернобыльской АЭС. — Житомир, 1996. — С. 14–16.
6. *Ильин М.И.* Закономерности поведения ^{90}Sr и ^{137}Cs Чернобыльских выпадений в почвенно-растительном покрове кормовых угодий Полесья Украины / М.И. Ильин // Проблемы сельскохозяйственной радиологии: Сб. науч. трудов; под ред. Б.С. Пристера. — Вып. 4. — К., 1996. — С. 159–169.
7. Корма растительного происхождения. Методы отбора проб: ГОСТ 27262–87. — [Введен в действие 01.07.1988]. — М.: Изд-во стандартов, 1987. — 9 с. — (Межгосударственный стандарт).

REFERENCES

1. Perepelyatnikov G.P. (2002). *Migratsiya radionuklidov v prirodnykh y poluprirodnykh lugovykh ekosistemakh* [The migration of radionuclides in the second semi-natural grassland ecosystems]. *Problemy ekologii lisiv i lisokorystuvannia v Polissi Ukrainy* [Problems of forest ecology and forest management in Polesie Ukraine]. Iss. 3 (9), Zhytomyr: Volyn Publ., pp. 85–101 (in Russian).
2. Prister B.S., Perepeliatnikova L.V., Kalinenko L.V. (1998). *Rekomendatsii shchodo vyboru napriamkiv i poriadku provedennia rehabilitatsii vyvedenykh zemel hospodarstv Zhytomyrskoi ta Kyivskoi oblasti z metoiu povernennia tsykhk terytorii u narodnohospodarske vykorystannia* [Recommendations by the directions and procedures for land rehabilitation retired households Zhytomyr and Kyiv regions to return these territories in national economic use]. Kyiv, p. 81 (in Ukrainian).
3. Savchenko Yu.I., Savchuk I.M., Misechko Ye.M., Stroivans L.T., Feshchenko V.P. (2000). *Shliakhy zmnshennia zabrudnennia radionuklidamy kormiv i tvarynnytskoi produktsii v zoni avarii na ChAES* [Ways to reduce contamination of feed and livestock production in the zone of the Chernobyl accident]. *Naukovy visnyk Lvivskoi derzhavnoi akademii veterynarnoi medytyny imeni S.Z. Hzhyskoho* [Scientific Bulletin of Lviv State Academy of Veterinary Medicine named after SZ Gzhysky]. Lviv, pp. 155–161 (in Ukrainian).
4. Kravets O.P. (2008). *Radiolohichni naslidky radionuklidnoho zabrudnennia ahrotsenoziiv: monohrafiya* [Radiological consequences of radioactive contamination agrocenoses: monograph]. Kyiv: Lohos Publ., 238 p., Bibliohrafiya: pp. 206–238 (in Ukrainian).
5. Bystritskiy V.S., Demchuk L.G., Feshchenko V.P. (1996). *Vliyanie kompleksa agromeliiorativnykh mero-priyatiy na produktivnost lugov i pastbishch i snizhenie nakopleniya radiotseziya v produktsii* [Influence of complex melioration activities on the productivity of meadows and pastures and reducing the accumulation of radioactive cesium in the product]. *Problemy sel'skokhozyaystvennoy radioekologii* [Problems of agricultural radioecology]. *Desyat let spustya posle avarii na Chernobyl'skoy AYeS* [Ten years after the accident at the Chernobyl AES]. Zhitomir, pp. 14–16 (in Russian).
6. Prister B.S., Ilin M.I. (1996). *Zakonomernosti povedeniya ^{90}Sr i ^{137}Cs Chernobyl'skikh vypadeniy v pochvenno-rastitel'nom pokrove kormovykh ugodiy Polesya Ukrainy* [Laws of behavior ^{90}Sr and ^{137}Cs of Chernobyl fallout in land cover forage land Polesye of Ukraine]. *Problemy sel'skokhozyaystvennoy radiologii* [Problems of Agricultural Radiology]. *Sbornik nauchnykh trudov* [Collection of scientific papers]. Iss. 4, Kiev, pp. 159–169 (in Russian).
7. *Korma rastitelnogo proishozhdeniya. Metody otbora prob* [Foods of plant origin. Sampling methods]. *Mezhgosudarstvennyy standart, GOST 27262–87*, Moskva: Izdatel'stvo standartov Publ., 1987, 9 p. (in Russian).

ВПЛИВ ГІДРОТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ ВЕГЕТАЦІЇ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТУ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ

О.С. Дем'янюк, О.В. Шерстобова, А.М. Клименко, Я.В. Чабанюк

Інститут агроекології і природокористування НААН

У польовому досліді встановлено, що біологічна активність ґрунту під агрокультурою, як показник його екологічного стану, значно залежить від погодних умов. В екстремальні (надмірна вологість та перевищення середньомісячної температури на 2–5°C) періоди порівняно з такими самими спекотними, але посушливими періодами у ґрунті збільшується кількість загальної мікробної маси, посилюються синтетичні процеси та активізується емісія діоксиду вуглецю. Відповідно, підвищується врожайність зеленої маси кукурудзи, проте значно знижується врожайність зерна. У рік з підвищеним температурним режимом і недостатнім забезпеченням вологою значно знижується врожай зеленої маси, але врожай зерна формується майже на рівні оптимального за погодними умовами року, що обумовлено відносною посухостійкістю кукурудзи.

Ключові слова: біологічна активність ґрунту, гідротермічний коефіцієнт, погодні умови, кукурудза, врожайність.

Клімат планети Земля зазнає періодичних змін, за яких періоди потепління змінюються похолоданням з різною циклічністю, що визначається зміною активності Сонця, зокрема пульсацією сонячних плям та вулканічними викидами, тобто формується під дією космічних та сонячно-земних чинників [1].

На продуктивність агроєкосистем найбільше впливають абіотичні чинники, тісно пов'язані з погодно-кліматичними умовами, а саме: зволоження, тепловий ресурс (сонячне світло), температурні умови холодного періоду та континентальність клімату [2].

Регіональні зміни погодних умов та клімату потребують уточнення і переосмислення їх впливу на ріст, розвиток і врожайність зернових культур [3]. Зокрема, кукурудза відноситься до теплолюбних та посухостійких культур — оптимальною середньодобовою температурою для її росту та розвитку є температура +25°C. Відомо, що вологу рослини кукурудзи впродовж вегетації використовують нерівномірно. Так, культура добре переносить посуху до

фази виходу в трубку, але у фазу викидання волоті їй потреба у волозі є найбільшою, адже рослини швидко ростуть та накопичують суху масу, і їхня забезпеченість розчинними елементами живлення у цей період має бути найвищою [4]. Нестача вологи на цьому етапі розвитку культури спричиняє в'янення рослин, підсихання листя, зниження активності фотосинтезу і життєздатності пилку, а це своєю чергою призводить до порушення запліднення і формування зерна [5].

Проте дуже мало уваги приділяється дослідженню впливу екстремальних та близьких до них змін гідротермічного режиму вегетаційного періоду на протікання біологічних процесів у ґрунті, активність і спрямованість яких визначає зміни природної та актуальної родючості ґрунту, а отже і продуктивності агроєкосистеми загалом.

Метою дослідження було з'ясувати вплив погодних умов вегетаційного періоду на спрямованість і активність біологічних процесів у ґрунті агроценозу кукурудзи та її врожайність.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Полеві дослідження проводили на дослідних полях Інституту кормів та сільськогосподарства Поділля НААН. Ґрунт – сірий лісовий опідзолений, середньосуглинковий. Уміст гумусу – 2,06%, рН – 4,2, Нг – 3,24 мг-екв/100 г ґрунту, сума ввібраних основ – 19,2 мг-екв/100 г ґрунту, вміст гідролізованого азоту – 74,2 мг/кг ґрунту (за Корнфільдом), рухомого фосфору – 174 і обмінного калію – 115 мг/кг ґрунту (за Кірсановим).

Облікова площа ділянки – 30 м². Повторність – триразова. Використовували середньостиглий гібрид кукурудзи Красилів 327 МВ.

Відбір зразків ґрунту і визначення біологічної активності ґрунту за інтенсивністю емісії діоксиду вуглецю та вмістом мікробної маси здійснювали загальноприйнятими в ґрунтовій мікробіології методами [6]. Спрямованість біологічних реакцій у ґрунті характеризували за коефіцієнтами мінералізації-іммобілізації та гумусонакопичення [7, 8].

Дані гідротермічного режиму вегетаційного періоду 2011–2013 рр. надано Вінницькою обласною метеостанцією.

Статистичний аналіз одержаних результатів проводили за допомогою рекомендацій посібників із статистичного аналізу і стандартних комп'ютерних програм Statistica 8, Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз погодних умов. Температурний режим першої половини вегетації кукурудзи у 2011–2013 рр. характеризувався перевищенням середнього багаторічного рівня (СБР) на 1–5°C, особливо у червні – липні всіх трьох років дослідження (рис. 1). Перевищення середньомісячних температур на 3–5°C тривало весь період вегетації – з травня до вересня у 2012 р. Проте ці місяці значно відрізнялись за забезпеченням вологою у різні роки. Так, у 2011 і 2013 році випала надмірна кількість опадів, тоді як упродовж усього вегетаційного періоду 2012 р. була посуха (рис. 2).

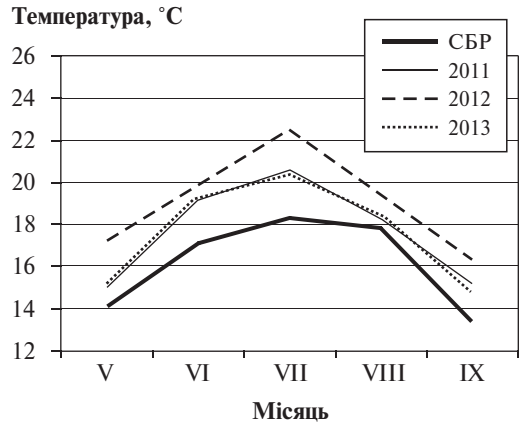


Рис. 1. Температура повітря у вегетаційний період кукурудзи (Вінницька обл.)

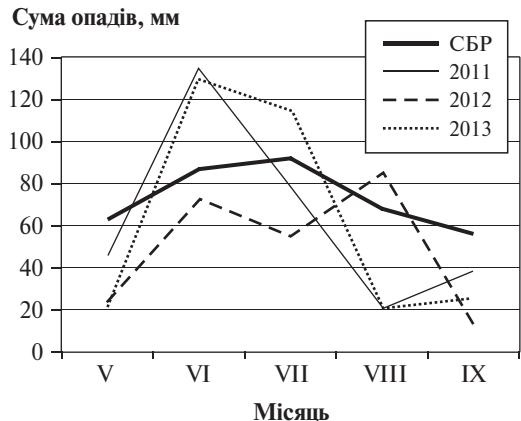


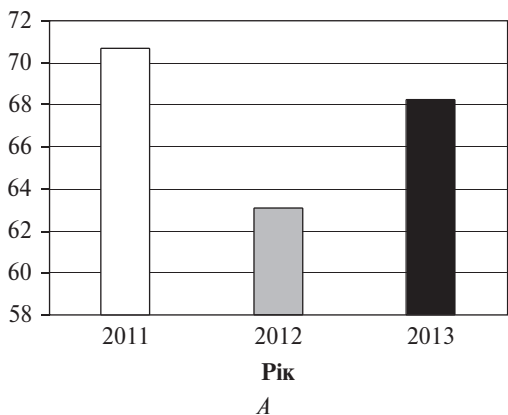
Рис. 2. Динаміка опадів у вегетаційний період кукурудзи (Вінницька обл.)

Порівнюючи значення гідротермічного коефіцієнта (ГТК) кожного року досліджень із середнім багаторічним показником, можна стверджувати, що близькими до оптимальних для вегетації і плодоношення кукурудзи були погодні умови 2013 р. (рис. 3). Перша половина вегетації 2011 р. за рівнем ГТК була сприятливою, а друга, починаючи з серпня, посушливою, що негативно позначилося на формуванні качанів кукурудзи та зерна. Рівень ГТК упродовж вегетаційного періоду у 2012 р. був доволі низьким, що свідчить про екстремальні умови для розвитку зеленої маси кукурудзи, адже тривалий період (з травня

до липня) спостерігалася аномальна спека та посуха. Проте у серпні випала задовільна кількість опадів, що, безперечно, є важливим для формування врожаю зерна.

Урожайність. Діапазон розбіжностей погодних умов вегетації кукурудзи значною мірою вплинув на врожайність її зеленої маси та зерна (рис. 4). Аналізуючи вищенаведену динаміку рівня погодних чинників, можна стверджувати, що у червні – липні 2011 р. температурний режим і вологість були дещо вищими, тому було отримано доволі високий урожай зеленої маси кукурудзи – на рівні 70,6 т/га. Як відомо, кукурудза – доволі чутлива культура до рівня забезпеченості вологою, надмірне зволоження також негативно впливає на рослини, що спричиняє різке зниження врожайності зерна. За таких умов спостерігається дефіцит кисню в ґрунті, що необхідний для дихання коренів, можливо саме тому врожайність зерна отримано лише на рівні 6,0 т/га. Також і серпнева посуха нівелювала переваги погодних умов першої половини вегетації, що не дало змоги рослинам кукурудзи сформувати високий урожай зерна завдяки використанню запасів поживних речовин, накопичених у зеленій масі.

Урожайність зеленої маси, т/га



ГТК

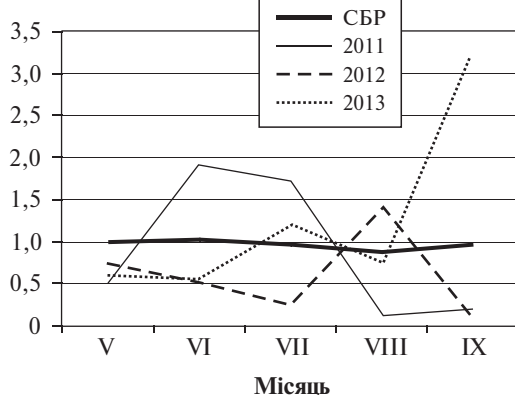


Рис. 3. Гідротермічний коефіцієнт у вегетаційний період кукурудзи (Вінницька обл.)

Дефіцит забезпечення вологою та підвищений температурний режим упродовж травня – липня 2012 р. (про що свідчать низькі показники ГТК) спричинили значне зниження врожайності зеленої маси кукурудзи – до 63,0 т/га. Але врожайність зерна зафіксовано на рівні, близькому до врожаю з оптимальними показниками погодних умов – 6,89 т/га. Такий ефект пояснюється посухостійкістю культури, адже, загалом, кукурудза на формування 1 кг сухої ре-

Урожайність зерна, т/га

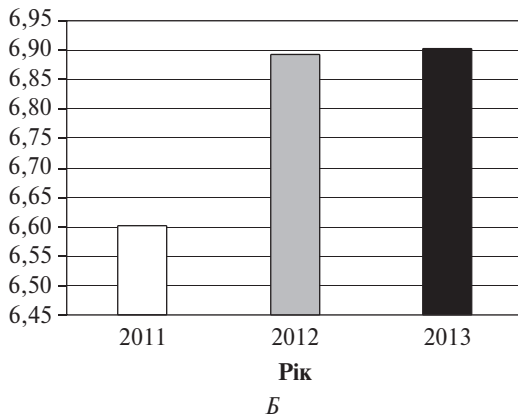


Рис. 4. Урожайність гібрида кукурудзи Красилів 327 МВ (НІР₀₅): А – зелена маса, (2011 р. – 2,4; 2012 – 1,8; 2013 р. – 2,3); Б – зерно, (2011 р. – 0,15; 2012 – 0,11; 2013 р. – 0,10), т/га

човини потребує значно менше води, ніж інші зернові культури. Також отриманню відносно високого врожаю зерна у посушливий рік сприяє підвищена середньомісячна температура, оскільки за таких умов у рослин типу С4 збільшується ефективність використання азоту у фотосинтетичних структурах, до яких і відноситься кукурудза [9]. Інша позитивна особливість кукурудзи, що забезпечує її стійкість до посухи, — це її низький коефіцієнт транспірації, адже рослини більш економічно утилізують двооксид вуглецю з мінімальною втратою води [5].

Якщо на початку вегетації випадає мало опадів, а розвитку фітомаси сприяє температурний режим, кукурудза розвиває потужну кореневу систему, що проникає глибше у ґрунт. Це сприятливо впливає на формування високого врожаю в умовах недостатньої вологозабезпеченості. Саме тому в 2013 р., незважаючи на посуху у травні та серпні, було отримано високий урожай зеленої маси і зерна кукурудзи, відповідно — 68,2 і 6,9 т/га. Кукурудза наприкінці вегетації виявляє вищу потребу в розчинних елементах живлення для формування зерна, а саме — у вересні і до збору врожаю, з огляду на ГТК, була задовільна забезпеченість вологою і сприятливий температурний режим [4].

Біологічна активність ґрунту. Важливим завданням агроєкології є не лише отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур, а й збереження продуктивності агроєкосистем загалом. Основним у цьому аспекті є збереження та підвищення родючості ґрунту, що залежить від активності та спрямованості біохімічних реакцій,

за здійснення яких у ґрунті відповідають різні за функціональністю групи мікроорганізмів. Співвідношення кількостей мікроорганізмів у еколого-трофічних групах, що виконують протилежні функції у ґрунтового угрупованні, дає змогу визначати баланс між процесами синтезу та розпаду, мінералізації та іммобілізації, який виражається відповідними коефіцієнтами. Про загальну активність біологічних процесів у ґрунті, а отже і його екологічний стан, можна судити з універсальних показників, а саме, з кількості загальної мікробної маси та респіраторної активності, які є доволі чутливими до дії негативних чинників.

Результати аналізу визначення біологічної активності ґрунту за наведеними вище критеріями свідчать, що перевищення температури негативно впливає на родючість ґрунту (табл.). Підтвердженням цього є те, що біологічна активність ґрунту, визначена за коефіцієнтами мінералізації органічної речовини та гумусоутворення, а також за загальною кількістю мікробної маси та емісією діоксиду вуглецю, була найнижчою у 2012 р., який характеризувався найвищим середньорічним температурним рівнем у всі фази розвитку кукурудзи.

У 2013 р. за ГТК, ближчому до середньорічних показників, відзначено найвищу біологічну активність за коефіцієнтом мінералізації-іммобілізації, вмістом біомаси та емісією діоксиду вуглецю. За таких умов спостерігається найбільша збалансованість процесів гумусонакопичення — коефіцієнт 1,06. За підвищених температур та дефіциту вологи (2012 р.) цей показник є меншим від одиниці — 0,92. На активність синте-

Біологічна активність ґрунту в агрофітоценозі середньостиглого гібрида кукурудзи Красилів 327 МВ (середнє за травень — липень)

Рік дослідження	Коефіцієнт мінералізації-іммобілізації	Коефіцієнт гумусонакопичення	Біомаса мікроорганізмів, мкг С/г ґрунту	Емісія CO ₂ , мг CO ₂ /кг ґрунту
2011	1,32	1,28	112,3	32,8
2012	1,11	0,92	100,6	29,2
2013	2,11	1,06	208,33	32,0

тичних процесів у ґрунтового середовищі позитивно впливають умови підвищених температур та вологості, якими характеризується період травня – липня 2011 р., адже коефіцієнт гумусонакопичення був вищим від одиниці – 1,28. Отже, можна дійти висновку, що такі погодні умови сприяють не лише підвищенню врожайності зеленої маси кукурудзи, а й збереженню та підвищенню родючості ґрунту.

ВИСНОВКИ

За результатами аналізу експериментальних даних встановлено рівень залежності продуктивності кукурудзи за кількістю отриманої зеленої маси та зерна від погодних умов вегетації. У роки з екстремально високим температурним і посушливим водним режимами можна отримувати доволі високі врожаї зерна кукурудзи, але із втратами врожайності зеленої маси. Про-

те в критичні за температурним режимом, але з надмірною вологістю роки в першій половині вегетації рослин спостерігалися висока врожайність зеленої маси і, навпаки, втрати врожаю зерна.

З іншого боку, за високих середньомісячних температур та задовільної забезпеченості вологою у ґрунті збільшується кількість загальної мікробної маси, активізуються мікроорганізми, що здійснюють мінералізаційні процеси, а перебіг гумусних процесів характеризується як найбільш збалансований.

Отже, біологічна активність ґрунту та спрямованість у ньому основних біохімічних реакцій залежать від гідротермічного режиму в період вегетації рослин, що свідчить про значний вплив погодних чинників на збереження, відновлення та підвищення родючості, а це своєю чергою забезпечує продуктивність агроєкосистем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дьяков А.В. Использование информации об активности Солнца в гидрометеорологическом прогнозировании на длительные сроки / А.В. Дьяков // Солнечно-атмосферные связи в теории климата и прогнозах погоды. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 452 с.
2. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 334 с.
3. Сайко В.Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату / В.Ф. Сайко // Вісник аграрної науки. – 2008. – № 11. – С. 5–10.
4. Цикл азоту в ризосферному ґрунті рослин кукурудзи / Т.Д. Мілютенко, О.В. Шерстобоева, В.В. Волкогон, О.М. Бердніков // Агроєкологічний журнал. – 2013. – № 3. – С. 88–95.
5. Кушенов Б.М. Продуктивность фотосинтеза и урожайность кукурузы / Б.М. Кушенов // Кукуруза и сорго. – 1998. – № 4. – С. 3–5.
6. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Л.М. Токмакова та ін.; за ред. В.В. Волкогодна. – К.: Аграрна наука, 2010. – 464 с.
7. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / К.І. Андриєук, Г.О. Іутинська, А.Ф. Антипчук та ін. – К.: Обереги, 2001. – 240 с.
8. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев. – М.: МГУ, 1991. – 304 с.
9. Эдвардс Дж. Фотосинтез C_3 - и C_4 -растений: механизмы и регуляция / Дж. Эдвардс, Д. Уокер. – М.: Мир, 1986. – 598 с.

REFERENCES

1. Dyakov A.V. (1974). *Ispolzovanie informatsii ob aktivnosti Solntsa v gidrometeorologicheskom prognozirovanii na dlitelnye sroki* [Using information about solar activity in the hydrometeorological forecasting for long periods] *Solnechno-atmosfernyye svyazi v teorii klimata i prognozakh pogody* [Solar-atmospheric communication theory of climate and weather forecasts]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 452 p. (in Russian).
2. Lipinskiy V.M., Diachuk V.A., Babichenko V.M. (2003). *Klimat Ukrainy* [Climate Ukraine]. Kyiv: Vydavnytstvo Raievskoho Publ., 334 p. (in Ukrainian).
3. Saiko V.F. (2008). *Naukovi osnovy zemlerobstva v konteksti zmin klimatu* [Scientific basis of agriculture in the context of climate change]. *Visnyk ahraryoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science]. No. 11, pp. 5–10 (in Ukrainian).
4. Myliutenko T.D., Sherstoboieva O.V., Volkohon V.V., Berdnikov O.M. (2013). *Tsykl azotu v ryzosfernomu grunti roslyn kukurudzji* [The cycle of nitrogen in the soil ryzosfernomu maize]. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. [Agroecological journal]. No. 3, pp. 88–95 (in Ukrainian).
5. Kushenov B.M. (1998). *Produktivnost fotosinteza i*

- urozhaynost kukuruzy* [The productivity of photosynthesis and productivity of corn]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum]. No. 4, pp. 3–5 (in Russian).
6. 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).
 7. Andreiuk K.I., Iutynska H.O., Antypchuk A.F. (2001). *Funktsionuvannia mikrobnykh tsenoziv irtu v umovakh antropohemoho navantazhennia* [The functioning of microbial communities in soil under anthropogenic load]. Kyiv: Oberehy Publ., 240 p. (in Ukrainian).
 8. Zvyagintsev D.G. (1991). *Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii* [Methods of soil microbiology and biochemistry]. Moskva: MGU Publ., 304 p. (in Russian).
 9. Edwards Dzh., D. Uoker. (1986). *Fotosintez S₃- i S₄-rastenyi: mekhanizmy i regulyatsiya* [Photosynthesis C₃ and C₄ plants: Mechanisms and regulation]. Moskva: Mir Publ., 598 p. (in Russian).

УДК 577.34:574.64:504.062

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ

Е.О. Аристархова

Інститут агроекології і природокористування НААН

*Розглянуто проблему визначення токсичності питної води у системі водопостачання м. Житомира. Доцільно для виявлення токсичної дії компонентів води застосовувати так звані набори тест-організмів, у яких обов'язковими складовими повинні стати представники рослинних і тваринних форм. Обґрунтовано, що результати такого біотестування дають можливість всебічно оцінити вплив забруднювальних речовин на живі істоти. Запропоновано під час тестування якості питної води використовувати *Daphnia magna* Straus та *Tradescantia fluminensis* Vellozo. На основі реакцій тест-об'єктів розраховано індекс токсичності питної води. Відзначено шкідливу дію вторинного забруднення води (індекс токсичності 50%, група Д1) на живі організми. Виявлено специфічність чутливості *T. fluminensis* (на восьму добу) і *D. magna* (на 15-ту) до хронічного ефекту компонентів питної води.*

Ключові слова: *токсичність питної води, біотестування, Daphnia magna Straus, Tradescantia fluminensis Vellozo, індекс токсичності, хронічний ефект.*

Води більшості поверхневих джерел питного водопостачання України характеризуються помірним і високим рівнем забруднення. Нині майже немає поверхневої водойми, яку можна віднести до водойм першої категорії за ступенем забрудненості води та екологічним станом [1]. Основними забруднювальними речовинами впродовж багатьох років залишаються органічні речовини, синтетичні поверхнево-активні речовини, важкі метали, радіонукліди, пестициди тощо. Останнім десятиліттям їх накопичення інтенсивно збільшується через

забруднювачі, що потрапляють у водойми внаслідок застосування сучасних інноваційних технологій у сільськогосподарському виробництві та промисловості, зокрема наночастинки штучного походження, які істотно відрізняються від решти складових води за фізико-хімічними та біологічними властивостями [2]. Вивчення впливу таких частинок на стан водних екосистем достатньою мірою ще не проводилось. Вказані зміни у складі природних вод відбуваються на фоні вже давно існуючого низького рівня (або взагалі відсутності) процесів самоочищення водних об'єктів. За таких умов різко ускладнюється можливість

отримання якісної питної води, оскільки водопровідні станції не здатні ефективно затримувати більшість техногенних хімічних речовин [1–2].

Традиційна технологія водопідготовки, що застосовується в Україні, розрахована на доведення природних вод до вимог ДСанПіНу лише за їх відносно невисокої забрудненості. А широке застосування для дезінфекції питної води хлору та хлоромісних сполук спричиняє утворення токсичних хлорорганічних речовин, що мають до того ж мутагенні і канцерогенні властивості [3]. На якість води негативно впливає і незадовільний технічний стан водопровідних споруд і мереж, їх зношеність та забруднення тощо. Тому важливо, щоб за якістю питної води постійно здійснювався належний контроль, який би виявляв основні негативні впливи та відтворював реальний стан небезпеки щодо вживання питної води споживачами [4]. Подібний контроль є можливим лише за умови проведення біотестування — методу екологічного моніторингу, що має низку переваг порівняно з іншими. Так, біотестування дає змогу визначити дію токсикантів, які містяться у водному середовищі, навіть у малих кількостях, не потребує значних матеріальних витрат та підготовки кваліфікованих кадрів для проведення таких досліджень. До того ж біотестування включено до ДСанПіНу 2.2.4-171-10 як метод, за даними якого розраховується інтегральний (експресний) показник якості питної води — індекс токсичності [3–5].

Основою біотестування якості води є відповідна тест-реакція різних організмів на пригнічувальний чи згубний вплив токсичних речовин, які потрапили у воду. Тест-об'єктами можуть бути істоти всіх таксономічних груп — від бактерій до ссавців. Біотестування є можливим на всіх рівнях організації живої матерії (генетичному, цитологічному, гістологічному та ін.). Проте лише незначну частину організмів визнано уніфікованими (водорості, інфузорії, риби гупі та форель, планктонні рачки, цибуля звичайна, салат посівний тощо), на основі

чого і були розроблені стандартні дослідження [6].

У багатьох дослідженнях було продемонстровано [4, 6, 7], що ефективність методу біотестування істотно зростає за використання не поодиноких організмів (навіть якщо вони уніфіковані), а так званих наборів тест-об'єктів, до складу яких входять тваринні та рослинні форми. Серед тваринних форм найчастіше використовують дафнії (*Daphnia magna* Straus) — стандартизовані тест-організми, а рослинні форми (як додаткові до уніфікованих дафній) часто репрезентують *Allium cepa* L. та *Lactuca sativa* L. Упродовж тривалого часу подібні набори тест-об'єктів застосовували для визначення токсичності природних та стічних вод, а з розробкою ДСанПіНу 2.2.4-171-10 їх використання було «перенесено» і на питну воду. Однак для біотестування токсичності питної води, що є значно чистішою порівняно з іншими водами, традиційні тест-об'єкти не завжди виявляються достатньо чутливими. Тому доцільно як додаткові тестори випробувати ті рослини, які мають вищу чутливість до забруднення довкілля, ніж традиційні. Доволі відомою в цьому аспекті є традесканція (*Tradescantia fluminensis* Vellozo), яка широко використовується для визначення токсичності (у т.ч. генотоксичності) атмосферного повітря та ґрунту, а також може бути застосована для біотестування води.

Мета дослідження — обґрунтувати можливість визначення шляхом біотестування на дафніях і традесканції хронічного ефекту дії питної води.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальні дані щодо токсичності питної води, підготовленої на КП «Житомирводоканал», отримували за допомогою методик тестування на дафніях та традесканції [7–8]. Для цього було сформовано по три групи організмів-аналогів ($n = 20$), кожна з яких піддавали дії води. Дафнії були аналогами за віком (24 год), живці традесканції — за висотою стебел (10 см), числом та розміром листків (шість на кожному, довжиною 6–7 см).

Проби води відбирали у вересні 2014 р. у кількості 1 дм³ на одну групу щоденно за загальноприйнятими методиками [3, 7]. Дослідження проб води проводили у хімічних ємностях (0,5 дм³), у яких щоденно здійснювали заміну протестованої води на воду відповідної якості.

Експерименти проводили за такою схемою:

- *Контрольна група* — проби дехлорованої (24 год) питної води.
- *Дослідна група Д1*: проби води — з РЧВ (резервуари чистої води) 5000 м³ (двоступенева очистка).
- *Дослідна група Д2*: проби води — з РЧВ 20000 м³ (одноступенева очистка).

Біотестування — на основі кількості активних та іммобілізованих дафній (перехід до стану нерухомості) та кількості живців традесканції з корінцями (утворення першого кореневого пучка довжиною не менше 3 мм): на першу, восьму та 15-ту добу.

Тест-об'єкти: нове покоління *Daphnia magna* Straus та живці *Tradescantia fluminensis* Vellozo.

Індекс токсичності питної води розраховували за результатами біотестування:

$$T = (I_K - I_D) 100 / I_K,$$

де T — індекс токсичності, %; I_K — величина тест-реакції дафній та живців традесканції у контрольному варіанті; I_D — величина тест-реакції дафній та живців традесканції у досліді.

Індекс токсичності питної води не повинен перевищувати 50% незалежно від тест-об'єктів, що використовуються [3–5].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Визначення токсичності питної води за застосування наборів тест-об'єктів ґрунтується на особливостях прояву їх реакцій у певні періоди спостережень. За тестування на дафніях та церіодафніях найчастіше визначається їх виживання або іммобілізація (досягнення стану нерухомості). Як правило, впродовж першої доби за чітко вираженою тест-реакцією орга-

нізмів визначається гостра токсичність, а з сьомої доби (± 1 доба) — хронічна. Для рослинних організмів стандартні умови визначено лише для цибулі *A. cepa* (3 доби) та насіння *L. sativa* (5 діб), що реагують на токсичність води зниженням швидкості росту й цитогенетичними порушеннями в ході клітинного поділу, змінами у формуванні клітинних ядерець тощо [1, 4, 5, 8]. Проте біотестування якості питної води здійснюють і за інших умов, з використанням інших видів тест-організмів [4, 8–10].

У проведеному нами тестуванні питної води на гостру та хронічну токсичність були визначені такі показники: кількість активних (неіммобілізованих) дафній та кількість живців традесканції з корінцями (мінімум з одним кореним пучком). На основі цих показників розраховували коефіцієнти токсичності питної води в одні і ті самі терміни для тваринної і рослинної форм.

Результати біотестування токсичності питної води з РЧВ КП «Житомирводоканал» на дафніях наведено у табл. 1.

Результати досліджень засвідчили відсутність гострої дії складових питної води на дафній. Деякі ознаки хронічної дії води, що зводилися до іммобілізації особин, почали спостерігатись з восьмої доби. Проте 50%-ий індекс токсичності був визначений лише на 15-ту добу біотестування у групі Д1. Можна припустити, що вода в цій групі має хронічну токсичність. У групі Д2 вода була дещо вищої якості, ніж у групі Д1 (індекс токсичності питної води не перевищив норматив — був на 11,12% нижчим).

Найменшу кількість іммобілізованих особин виявлено на контролі, а найбільшу — у дослідній групі Д1 (вода з РЧВ 5000). Загиблих дафній, серед іммобілізованих, виявилось на одну особину (5%) більше у групі Д2 порівняно з Д1. Більшою у групі Д2 була і кількість дафній, які дали потомство (на 5%), порівняно з групою Д1.

Подібна ситуація, однак у більш ранній термін, спостерігалась і за додаткового тестування токсичності води на традесканції (табл. 2).

Таблиця 1

Біотестування токсичності питної води з визначенням іммобілізації *D. magna* (n = 20)

Доба дослідю / індекс токсичності води (Т)	Кількість активних дафній:					
	контрольна група (К)		дослідні групи			
			Д1		Д2	
	особин	%	особин	%	особин	%
1	20	100	19	95	20	100
T ₁	–		5,00		–	
8	19	95	14	70	16	80
T ₈	–		26,32		15,79	
15	18	90	9	45	10	50
T ₁₅	–		50,00		44,44	
Кількість дафній:						
– які дали потомство	12	60	7	35	8	40
– іммобілізованих	2	10	11	55	10	50
– загиблих	–	–	3	15	4	20

Таблиця 2

Біотестування токсичності питної води з визначенням коренеутворення у живців *T. fluminensis* (n = 20)

Доба дослідю / індекс токсичності води (Т)	Кількість живців з корінцями:					
	контрольна група (К)		дослідні групи			
			Д1		Д2	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
1	1	5	–	–	–	–
T ₁	–	–	–	–	–	–
8	18	90	9	45	11	55
T ₈	–	–	50,00	–	38,89	–
15	1	5	7	35	6	30
T ₁₅	–	–	–	–	–	–
У т.ч. живців:						
– з порушенням розвитку корінців	–	–	2	10	2	10
– без корінців	–	–	4	20	3	15

Вже на восьму добу експерименту була виявлена хронічна токсичність питної води щодо живців традесканції, а саме — їх коренеутворення. Кількість живців з корінцями у групі Д1 поступалась їх кількості на контролі (вдвічі) та у групі Д2 (на 10%). Відповідно індекс токсичності питної води у групі Д1 досягав 50%, а у групі Д2 був на 22,22% нижчим. Разом з тим чітко виражених порушень розвитку корінців (формування поодиноких корінців замість кореневого пучка) на цьому етапі ще неможливо було виявити, однак це вдалося зробити на 15-ту добу, а також підрахувати і кількість живців, у яких корінці взагалі були відсутні.

У досліді на традесканції також підтверджено хронічну токсичність питної води, яка одночасно була визначена на дафніях. До того ж коренеутворення у живців традесканції виявилось більш чутливою тест-реакцією на хронічну токсичність води порівняно з іммобілізацією дафній.

Певна відмінність токсичності води дослідних груп пояснюється використанням різних технологій підготовки питної води, проби якої були відібрані з РЧВ 5000 і РЧВ 20000 на КП «Житомирводоканал». У групі Д1 була протестована вода, що перед тим пройшла двоступеневу підготовку на швидкісних фільтрах, а у групі Д2 — одноступеневу на контактних освітлювачах. Якщо природна вода є доволі прозорою, то водопідготовка на контактних освітлювачах вважається більш ефективною порівняно з підготовкою води на швидкісних фільтрах. Однак за підвищеної каламутності вихідної води ситуація, як правило, змінювалась.

Під час біотестування питної води каламутність води з водозабору була у нормі. І звичайно, двоступенева очистка (група Д1), розрахована для сильнокаламутної води, виявилась ефективнішою щодо зниження її каламутності, ніж одноступенева (група Д2). Однак вторинне забруднення питної води (хлоридами, сполуками алюмінію та хлороформом) було вищим за

двоступеневої водопідготовки, що вдалося підтвердити результатами тестування на дафніях і традесканції.

Використання традесканції як тест-об'єкта дало змогу запропонувати метод визначення токсичності питної води, що істотно спрощує техніку, скорочує термін та розширює можливості біотестування порівняно з уніфікованими методами. Так, прийнята за тест-реакцію ознака відносної кількості живців з відрослими корінцями є більш придатною для розрахунку індексу токсичності води в умовах водоканалу, ніж традиційне вимірювання довжини корінців. До того ж різницю якості води за процесом коренеутворення у живців традесканції можливо виявити значно раніше, ніж за іммобілізацією у дафній. Імовірно, це обумовлено особливостями кумуляції хлорорганічних сполук у тваринних та рослинних організмах. Крім визначення хронічної токсичності, живці традесканції у подальших дослідженнях доцільно використати також для виявлення генотоксичності питної води, адже до її вмісту входить мутаген та канцероген хлороформ.

ВИСНОВКИ

Для визначення токсичності питної води використано *D. magna* та *T. fluminensis*. На основі реакцій тест-об'єктів розраховано індекс токсичності питної води, за значеннями якого продемонстровано шкідливу дію вторинного забруднення (індекс токсичності 50%, група Д1) на живі організми. Гостру токсичність питної води за умов низького вмісту у ній забруднювальних речовин у проведених експериментах не виявлено. Натомість, було зафіксовано хронічну токсичність, починаючи з 8-ї доби у традесканції та з 15-ї — у дафній за специфічною чутливістю організмів до компонентів питної води. Обґрунтовано можливість визначення шляхом біотестування хронічного ефекту дії води за допомогою запропонованого способу на КП «Житомирводоканал».

ЛІТЕРАТУРА

1. Запольський А.К. Охорона питних вод від виснаження і забруднення / А.К. Запольський, І.В. Шумигай // Агроекологічний журнал. — 2015. — № 3. — С. 6–15.
2. Nanostructured zinc oxide-cotton fibers: synthesis, characterization and applications / I.M. El-Nahhal, S.M. Zourab, F.S. Kodeh et al. // Journal of Materials Science: Materials in Electronics. — 2013. — No. 24 (10). — P. 3970–3975.
3. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною / ДСанПіН 2.2.4-171-10. № 452/ 17747. — [Чинний від 1.07.2010 р.]. — К: Міністерство охорони здоров'я України, 2010. — 50 с. — (Державні стандартні норми та правила).
4. Скок С.В. Оцінювання якості питної води м. Херсона методом біотестування / С.В. Скок // Агро-екологічний журнал. — 2015. — № 2. — С. 26–30.
5. Water quality. Determination of long term toxicity of substances to *Daphnia magna* Straus (*Cladocera*, *Crustacea*): ISO 10706: 2000. — 26 p.
6. Zooplankton (*Cladocera*) species turnover and long-term decline of *Daphnia* in two high mountain lakes in the Austrian Alps / L. Nevalainen, M. Ketola, J.B. Korosi et al. // Hydrobiologia. — 2014. — Vol. 722 (1). — P. 75–91.
7. Цитофізіологічна експрес-оцінка токсичності води (Біотестування): СТП 17-08 (Методика) / Затв. комунальним підприємством «Житомир-водоканал». — [Чинний від 10.09.2008 р.]. — Житомир, 2008. — 15 с.
8. Genotoxicity evaluation of water soil leachates by Ames test, comet assay, and preliminary *Tradescantia* micronucleus assay / B. Lah, T. Vidic, E. Glasencnik et al. // Environmental Monitoring and Assessment April. — 2008. — Vol. 139 (1–3). — P. 107–118.
9. Lampert W. Limnecology / W. Lampert, U. Sommer / Oxford University Press: Oxford, New York, 2007. — 324 p.
10. Bottom-up control of whitefish populations in ultra-oligotrophic Lake Brienz / R. Müller, M. Breitenstein, M. Bia et al. // Aquatic Sciences. — 2007. — Vol. 69. — P. 271–288.

REFERENCES

1. Zapolskyi A.K., Shumigay I.V. (2015). *Okhorona vod vid vysnazhennia i sabrudnennia* [Protection of drinking water from depletion and pollution] *Agroecological journal* [Agroecological Journal], no. 3, pp. 6–15 (in Ukrainian).
2. El-Nahhal I.M., Zourab S.M., Kodeh F.S. (2013). Nanostructured zinc oxide-cotton fibers: synthesis, characterization, and applications. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, No. 24 (10), pp. 3970–3975 (in English).
3. DСанПіН 2.2.4-171-10 «*Higiyenichni vymogy do vody pytnoi, prysnachenoi dlya spo vzhycannya ludy-noiu*» [State Sanitary rules and norms 2.2.4-171-10 «Hygiene requirements to drinking water intended for human consumption»]. No. 452/17747. Kyiv: *Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy, Derzhavni standartni normy ta pravyla (chynnyi vid 1.07.2010)*. 50 p. (in Ukrainian).
4. Skok S.V. (2015). *Otsiniuvannia yakosti pytnoi vody m. Khersona metodom biotestuvannia* [Assessment of quality of drinking water. Kherson by bioassay]. *Ahroekologichnyi zhurnal* [Agroecological journal], No. 2, pp. 26–30 (in Ukrainian).
5. ISO 10706:2000. Water quality. Determination of long term toxicity of substances to *Daphnia magna* Straus (*Cladocera*, *Crustacea*), 26 p. (in English).
6. Nevalainen L., Ketola M., Korosi J.B. (2014). Zooplankton (*Cladocera*) species turnover and long-term decline of *Daphnia* in two high mountain lakes in the Austrian Alps. *Hydrobiologia*, Vol. 722(1), pp. 75–91 (in English).
7. СТП 17-08 *Tsitofiziologichna ekspres-otsinka toksichnosti vody (Biotestuvannia) Metodyka*. [Cytophysiological express-evaluation of water toxicity (Biotesting) Method]. *Komunalne pidpriemstvo «Zhytomyrvodokanal»* [Municipal Enterprise «Zhytomyr Waterworks»], Zhytomyr (diisnyi vid 10.09.2008), 15 p. (in Ukrainian).
8. Lah B., Vidic T., Glasencnik E. (2008). Genotoxicity evaluation of water soil leachates by Ames test, comet assay, and preliminary *Tradescantia* micronucleus assay. *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 139 (1–3), pp. 107–118 (in English).
9. Lampert W., Sommer U. (2007). *Limnecology*. Oxford University Press: Oxford, New York, 324 p. (in English).
10. Müller, R., M. Breitenstein, M. Bia (2007). Bottom-up control of whitefish populations in ultra-oligotrophic Lake Brienz. *Aquatic Sciences Publ.*, Vol. 69, pp. 271–288 (in English).

РОДЮЧІСТЬ І ОХОРОНА ҐРУНТІВ

УДК 504.054: 581.132.1: 351.777.6

ЗАЛЕЖНІСТЬ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТУ ВІД ЗАБРУДНЕНОСТІ ЕКОТОПІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

С.Г. Корсун¹, Н.І. Довбаш¹, В.П. Оліферчук²

¹ Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»

² Національний лісотехнічний університет України

*Дослідження проведено на базі тривалого дрібноділянкового досліду на сірому лісовому легкоуглиняковому ґрунті екотопів, що підлягали тривалому систематичному забрудненню свинцем, кадмієм, цинком. Установлено зміну активності мікробного ценозу ґрунту в умовах забруднення екотопів полютантами. За зростання концентрації свинцю, кадмію, цинку в ґрунті відбулось зниження активності целюлозолітичних мікроорганізмів, пригнічення інтенсивності респірації ґрунту, спостерігалась тенденція до активізування мікроорганізмів-нітрифікаторів. Обґрунтовано, що порушення природної концентрації важких металів у сірому лісовому ґрунті супроводжувалось змінами у видовому складі мікроміцетів. Перевищення природного фону екотоксикантів спричиняло додаткове збільшення кількості патогенних видів роду *Fuzarium*, родини *Zygomycetes*, зокрема видів роду *Rizopus*, та появу ефекту «меланізації ґрунту».*

Ключові слова: мікробіоценоз ґрунту, біологічна активність ґрунту, кукурудза, важкі метали, екотоп.

Оцінювання екосистеми ґрунту в умовах техногенного забруднення потребує з'ясування стану мікробного ценозу як одного із чутливих діагностичних критеріїв його родючості [1]. Згідно із думкою вчених, мікроорганізми є індикаторами родючості ґрунтів, їх екологічного стану [1, 2]. Адже мікробні групи формуються відповідно до агрофону, і будь-яке техногенне навантаження на ґрунт може супроводжуватися змінами структурно-функціональних особливостей мікробного ценозу [3].

Зростання антропогенного впливу на ґрунт порушує умови існування ґрунтової мікрофлори, відбуваються зміни в комплексі ґрунтових мікроорганізмів: знижується видове багатство і різноманіття, збільшується кількість толерантних до забруднення мікроорганізмів, процеси самоочищення ґрунту сповільнюються [4]. Але роботи дослідників демонструють різні результати щодо впливу свинцю, цинку, кадмію на активність целюлозоруйнівних

мікроорганізмів, нітрифікаторів, зміни в інтенсивності респірації ґрунту залежно від особливостей абіотичних умов середовища [5–7]. Тому стан ґрунтів екотопів, забруднених важкими металами (ВМ), потребує додаткового дослідження.

Метою роботи було виявлення зміни показників біологічної активності ґрунту екотопів, що підлягали тривалому систематичному забрудненню свинцем, кадмієм, цинком.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Наукові експерименти проводили в умовах тривалого польового досліду «Вплив цинку, свинцю, кадмію на продуктивність сільськогосподарських культур та екотоксикологічні характеристики сірого лісового ґрунту», закладеного 1999 р. у дослідному господарстві «Чабани» ННЦ «Інститут землеробства НААН» (Київська обл.). Ґрунт — сірий лісовий легкоуглиняковий. У досліді передбачено варіанти зі штучно створеними фонами свинцю, кадмію, цинку: 1 — природний фон цинку, свинцю і

кадмію (контроль); 2 — перевищення природного фону металів у 10 разів, 3 — у 100 і 4 — у 5 разів. Агроценоз представлено беззмінними упродовж 2012–2014 рр. посівами кукурудзи (гібрид Здвиж МВ). Сівбу проводили широкорядним способом. Зважаючи на легкий гранулометричний склад ґрунту, добрива на усіх ділянках вносили навесні під час передпосівного обробітку, в дозі $N_{120}P_{90}K_{120}$. Повторність дослідів — чотириразова. Як екологічний контроль використовували ділянку з дикорослими рослинами площею 1 га, виведену з обробітку у 1987 р. (переліг).

У дослідженнях застосували два підходи: проводили лабораторні експерименти у квазістаціонарних умовах зі сталою температурою і вологістю та польові експерименти з природною флуктуацією температури повітря і опадів у літні місяці. У лабораторних умовах визначали інтенсивність виділення ґрунтом CO_2 [8], нітрифікаційну здатність ґрунту [9], зміни пулу мікробіоти [10]. Методом лляних тканин у польових умовах визначали активність целюлозоруйнівних мікроорганізмів [11]. Для оцінки целюлолітичної активності ґрунту використовували шкалу, запропоновану Д.Г. Звягінцевим [12]: 10% — дуже слабка, 10–30 — слабка, 30–50 — середня, 50–80 — сильна, понад 80% — дуже сильна.

Статистичну обробку даних виконували з використанням стандартних комп'ютерних програм Microsoft Office Excel 2003 і Statistica.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У агроценозі, залежно від навантаження екоотопів ВМ, целюлозоруйнівна активність змінювалась у межах 31,40–43,90%, досягнувши середнього рівня за шкалою Звягінцева (рис. 1). Найбільший розклад тканини спостерігався у контрольованому варіанті. Загалом, підвищення кількості ВМ у ґрунті знижувало целюлозоруйнівну активність мікробного ценозу. Але попри підвищення у досліді забрудненості ґрунту ВМ до 100 разів, коефіцієнт варіювання целюлозоруйнівної активності у варіантах дослідів

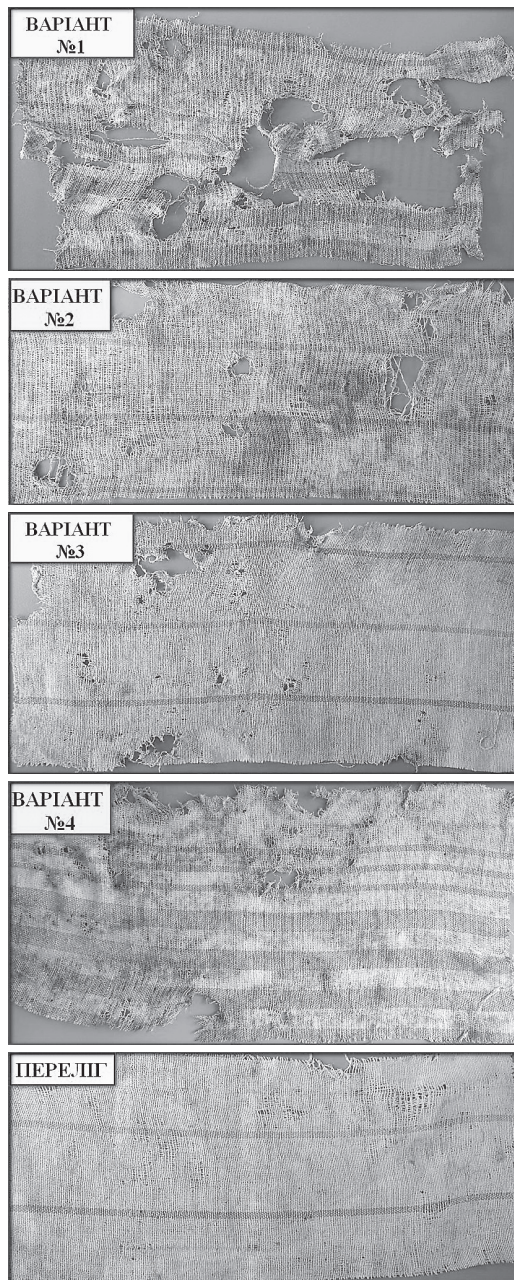


Рис. 1. Трансформація лляних полотен целюлозоруйнівними мікроорганізмами в польових умовах, середнє за 2012–2014 рр. (варіанти): № 1 — контроль (природний фон важких металів), № 2, 3, 4 — перевищення природного фону ВМ у 10, 100 та 5 разів відповідно, переліг

досягав лише середнього рівня ($V = 14,3\%$). Достовірну відмінність показника ($12,5\%$) виявлено лише у варіанті з максимальним забрудненням ВМ (при $НІР_{05} = 10,9\%$).

Найнижчою була частка розкладу тканини за компостування на перелозі — $24,92\%$ (слабка целюлозоруйнівна активність). Науковці вважають, що біологічна активність ґрунту найбільше визначається абіотичними чинниками, такими як ступінь окультуреності ґрунту, погодні умови, вологість і температура ґрунтового середовища [13]. Систематичний обробіток ґрунту та застосування мінеральних добрив у агроценозі кукурудзи сприяли поліпшенню режиму аерації, забезпеченості вологою та поживними елементами, а отже, формуванню пулу ґрунтових мікроорганізмів, які в польових умовах інтенсивніше, порівняно з перелогом, мінералізували органічні речовини, основою яких є целюлоза.

Окрім польових досліджень, нами було проведено серію лабораторних експериментів, у яких визначали інтенсивність респірації ґрунту, адже внаслідок деструкції органічної речовини, що здійснюють ґрунтові мікроорганізми, відбувається вивільнення двооксиду вуглецю. Активність продукування CO_2 свідчить про швидкість проходження мінералізаційних процесів у ґрунті і вважається універсальною характеристикою його загальної біологічної активності.

Як свідчать отримані дані, інтенсивність респірації була найвищою на ділянці перелогу — $86,3$ мг/кг ґрунту за добу, що підтверджує еволюційну гармонійність мікробного ценозу, сформованого в природному екотопі. Тривале використання ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур різко знизило цей показник, і у варіантах агроценозів кукурудзи він був у межах $28,6$ – $35,5$ мг/кг ґрунту за добу. Виявлено, що за 5- і 10-разового підвищення фону ВМ у ґрунті спостерігалось зниження інтенсивності респірації, відповідно — на $2,75$ та $6,86$ мг/кг порівняно з незабрудненим варіантом. Математичний аналіз отриманих результатів з використанням $НІР_{05}$ свідчить про дос-

товірне відхилення від контролю лише у варіанті з 10-разовим перевищенням фону ($НІР_{05} = 6,01$). Загалом, мінливість ознаки інтенсивності респірації у варіантах агроценозу кукурудзи відзначалась низькою варіабельністю ($V = 9,3\%$).

На ділянках із 100-разовим забрудненням екотопу сільськогосподарські рослини розвивались значно гірше, ніж у інших варіантах, що сприяло накопиченню в орному шарі ґрунту біогенних елементів, не використаних на формування врожаю. У квазістаціонарних умовах досліді, які передбачали оптимальні умови для розвитку мікроорганізмів ґрунту, це особливо сприяло активізуванню діяльності аеробної мікрофлори, і показник інтенсивності респірації у цьому варіанті був близьким до контролю, тобто становив $34,65$ (контроль — $35,48$ мг CO_2 на кг ґрунту за добу), перевищуючи інші забруднені ділянки.

Для з'ясування впливу ВМ на нітрифікаційну здатність сірого лісового ґрунту нами було проведено серію лабораторних дослідів у сталях гідротермічних умовах.

Виявлено, що активність нітрифікації, згідно із ДСТУ 4362:2004, була дуже низькою в усіх варіантах досліді [14]. Найінтенсивніше нітрифікаційні процеси відбувалися у варіанті з перевищенням природного фону ВМ у 100 разів — $8,4$ мг/кг ґрунту, а найнижчу інтенсивність зафіксовано у ґрунті контрольного варіанта — $7,4$ мг/кг. Загалом, виявлено тенденцію до підвищення нітрифікаційної здатності на ділянках, забруднених ВМ. Але це не суперечить загальноновизнаній закономірності щодо зниження кількості мікроорганізмів-нітрифікаторів та їхньої активності у разі забруднення ґрунту ВМ. Адже наші дослідження проведено в особливих умовах — за однакового рівня удобрення у всіх варіантах досліді. Оскільки на забруднених ділянках сільськогосподарські рослини розвивались гірше, ніж за природного фону ВМ (на контролі), то в орному шарі цих ділянок відбувалось накопичення біогенних елементів, не використаних на формування врожаю. У квазістаціонарних умовах лабораторного досліді це сприяло

активізуванню діяльності нітрифікаторів. Утім зміни показника мали лише тенденційний характер. Це підтверджено даними статистичного аналізу: коефіцієнт варіації в досліді відповідав низькому рівню – 4,2%, а достовірне відхилення від контролю (при $НІР_{05} = 0,64$) виявлено лише у варіанті із 100-разовим перевищенням фону – за максимального накопичення поживних елементів.

Поряд із бактеріями важливу роль у процесах перетворення органічних сполук ґрунту відіграють гриби. Порушення природної концентрації ВМ у сірому лісовому ґрунті супроводжувалось змінами у видовому складі мікроміцетів (рис. 2). Якщо для сірого лісового ґрунту перелогу характерною була наявність видів родів *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, а видовий склад та чисельність видів були біднішими, ніж на орних землях, то ґрунт агробіогеоценозу кукурудзи мав характерний для цієї культури видовий склад мікроміцетів. У ньому були виявлені такі види: *Fuzarium oxysporum* (3%), *Penicillium cyclopium* (3), *P. mar-tensii* (12), *Trichoderma harzianum* (11), *Aspergillus flavus* (12), *A. niger* (23), *Rhizopus nigricans* (26). За забруднення ґрунту ВМ спостерігалось збільшення чисельності видів, які здатні спричиняти захворювання рослин: *Aspergillus niger* (22%), *A. flavus* (24), *Fuzarium oxysporum* (25), *Rhizopus nigricans* (26). Підвищення фону ВМ у 100 разів супроводжувалось додатковим збільшенням кількості патогенних видів роду *Fuzarium*, які спричиняють виникнення кореневої гнилі, фузаріозу листя, плодів та насіння, а також збільшення кількості видів родини *Zygomycetes*, зокрема видів роду *Rizopus*. Особливістю ґрунту з ділянок, забруднених ВМ, була поява ефекту «меланізації ґрунту». У другому варіанті (10 фонів ВМ)

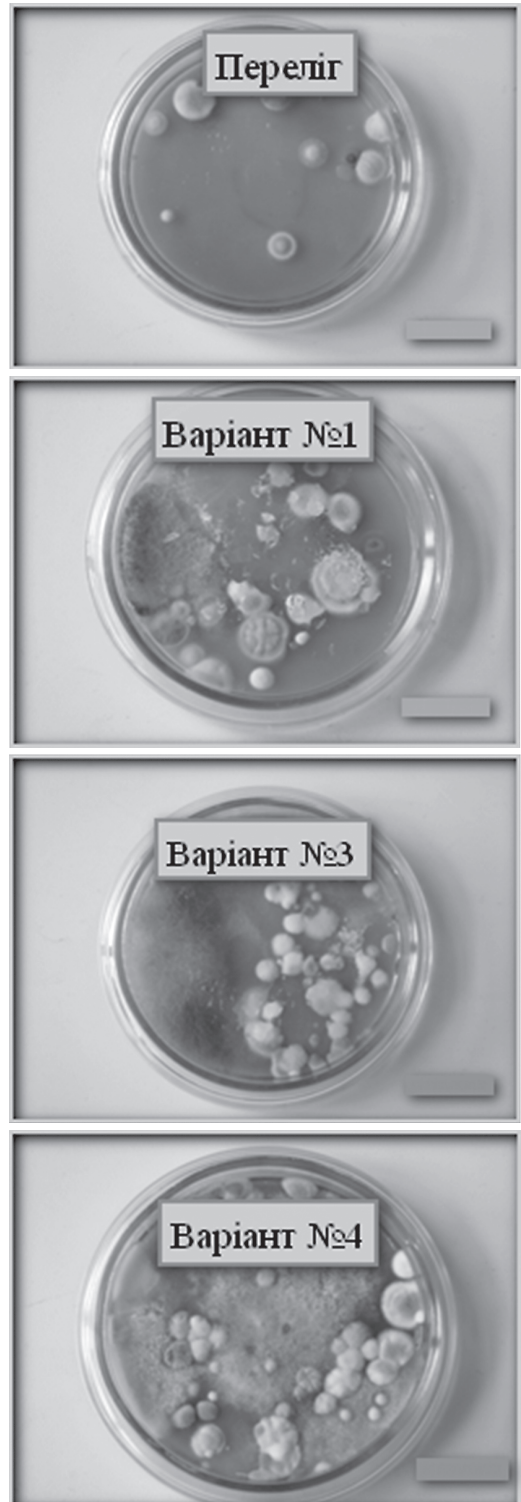


Рис. 2. Зміни пулу мікроміцетів за різного забруднення екотопів поліютантами, середнє за 2012–2014 рр. (варіанти): переліг, № 1 — контроль (природний фон важких металів), № 3, 4 — перевищення природного фону ВМ у 100 та у 5 разів відповідно

спостерігалось 90% заселення видом *Aureobasidium pullulans*, що містить меланін.

Результати аналізу біологічної активності ґрунту свідчать, що тривалий вплив ВМ на екосистему ґрунту (1999–2014 рр.) вніс певні корективи у співвідношення мікроорганізмів *R*- і *K*-стратегії та їхню активність. Згідно із твердженнями науковців-мікробіологів, в умовах тривалого забруднення ґрунту ВМ деякі види мікробної спільноти втрачають активність, а інші є толерантними до конкретних полютантів, і рівень їхньої активності не знижується. Існування у ґрунті серед представників мікробного пулу *K*-стратегії таких, що є толерантними до конкретних абіотичних умов, дає змогу ґрунту і надалі виконувати його екологічні функції, у т.ч. трансформацію та мінералізацію органічних решток целюлозоруйнівними мікроорганізмами та перетворення сполук азоту нітрифікаторами.

У нашому досліді середній та низький рівні варіювання активності мікроорганізмів-нітрифікаторів, а також мікроорганізмів-аеробів, активність яких визначалась за інтенсивністю респірації ґрунту та деградації лляної тканини ($V = 4,2\text{--}14,3\%$), зумовлені тим, що ВМ є такою самою при-

родною складовою педосфери планети, як і мікробна спільнота. Саме тому, навіть за перевищення гранично-допустимих концентрацій ВМ, екосистема ґрунту завжди має високі потенційні можливості природних біотичних важелів до подолання токсичних відхилень такого характеру.

ВИСНОВКИ

Установлено, що в умовах забруднення агроекотопів свинцем, кадмієм, цинком активність мікробного ценозу ґрунту змінювалась у межах середнього та низького рівнів варіювання ($V = 4,2\text{--}14,3\%$). За зростання концентрації свинцю, кадмію, цинку у ґрунті відбулось зниження активності целюлозоруйнівних мікроорганізмів ($V = 9,3\%$), пригнічення інтенсивності респірації ґрунту ($V = 14,3\%$), спостерігалась тенденція до активізування мікроорганізмів-нітрифікаторів ($V = 4,2\%$).

Порушення фонові концентрації ВМ у сірому лісовому ґрунті супроводжувалось змінами у видовому складі мікроміцетів. Перевищення природного фону ВМ спричиняло додаткове збільшення кількості патогенних видів роду *Fuzarium*, родини *Zygomycetes*, зокрема видів роду *Rizopus*, та появу ефекту «меланізації ґрунту».

ЛІТЕРАТУРА

1. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія: навчальний посібник / Г.О. Іутинська. — К.: Арістей, 2006. — 284 с.
2. Пати́ка Н.В. Сучасні проблеми біорізноманіття / Н.В. Пати́ка, В.Ф. Пати́ка // Корми і кормовиробництво. — 2013. — Вип. 76. — С. 10–109.
3. Андре́юк Е.Н. Почвенные микроорганизмы и интенсивность землепользования / Е.Н. Андре́юк, Г.А. Иутинская, А.Н. Дульгеров. — К.: Наукова думка, 1988. — 192 с.
4. Марфе́нина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов / О.Е. Марфе́нина. — М.: Медицина для всех, 2005. — 196 с.
5. Ledin M. Microorganisms as metal sorbents: comparison with other soil constituents in multi-compartment systems / M. Ledin, C.A. Krantz-Rulker, B. Uard // Soil Biol. Biochem. — 1999. — Vol. 31. — P. 1639–1645.
6. Rajapaksha R.M. Metal toxicity affects fungal and bacterial activities in soil differently / R.M. Rajapaksha, M.A. Tobor-Kaplan, E. Baath // Appl. Environ. Microbiol. — 2004. — Vol. 70. — P. 2966–2973.
7. Малино́вська І.М. Мікробіологічні процеси у забрудненому іонами важких металів сірому лісовому ґрунті / І.М. Малино́вська, І.В. Домбровська, Ю.І. Літвін // Агроєкологічний журнал. — 2013. — № 2. — С. 29–34.
8. Пат. 81031 Україна, МПК G01N 33/24. Спосіб визначення екологічної стійкості ґрунту у агроландшафтах / С.Г. Корсун, В.І. Гамалей; заявник і власник Інститут землеробства УААН. — № а200510614; заявл. 10.11.05; опуб. 26.11.07, Бюл. № 19.
9. Якість ґрунту. Біологічні методи. Визначення мінералізації азоту і нітрифікації в ґрунтах та впливу хімічних речовин на ці процеси (ISO 14238:1997, IDT): ДСТУ ISO 4238:2003. — [Чинний від 2003-11-06]. — К.: Держспоживстандарт України, 2004. — 12 с. — (Національний стандарт України).
10. Методы экспериментальной микологии / Под ред. В.И. Билай. — К.: Наукова думка, 1982. — 550 с.
11. Практикум по земледелию / Под ред. С.А. Воробьева. — 3-е изд. доп. и перераб. — М.: Колос, 1967. — 319 с.

12. Звягинцев Д.Г. Основные принципы функционирования комплекса почвенных микробов / Д.Г. Звягинцев // Сборник науч. трудов (Проблемы почвоведения). — М.: Наука, 1986. — С. 97–102.
13. Грунтозахисні, енерго-, ресурсо- і вологозберігаючі технології вирощування культур / М.К. Шикун, А.Д. Балаєв, О.Л. Тонха та ін. // Біологічні науки і проблеми рослинництва. — Умань, 2003. — С. 784–791.
14. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів: ДСТУ 4362:2004. — [Чинний від 2004-12-09]. — К.: Держспоживстандарт України, 2006. — 19 с. — (Національний стандарт України).

REFERENCES

1. Iutynska H.O. (2006). *Gruntova mikrobiolohiia: navchalnyi posibnyk* [Soil microbiology: a tutorial]. Kyiv: Aristei Publ., 284 p. (in Ukrainian).
2. Patyka N.V., Patyka V.F. (2013). *Suchasni problemy bioriznomanittia* [Modern problems of biodiversity]. *Kormy i kormovyrobnytstvo* [Feed and fodder]. Iss. 76, pp. 10–109 (in Ukrainian).
3. Andreyuk Ye.N., Iutinskaya G.A., Dulgerov A.N., (1988). *Pochvennye mikroorganizmy i intensivnost zemlepolzovaniya* [Soil microorganisms and intensity of land use]. Kiev: Naukova dumka Publ. 192 p. (in Russian).
4. Marfenina O.Ye. (2005). *Antropogennaya ekologiya pochvennykh grivob* [Anthropogenic soil fungi ecology]. Moskva: Meditsina dlya vsekh Publ., 196 p. (in Russian).
5. Ledin M., Krantz-Rulker C.A., Uard B. (1999). Microorganisms as metal sorbents: comparison with other soil constituents in multi-compartment systems // *Soil Biol. Biochem.* Vol. 31, pp. 1639–1645 (in English).
6. Rajapaksha R.M., Tobor-Kaplan M.A., Baath E. (2004). Metal toxicity affects fungal and bacterial activities in soil differently, *Appl. Environ. Microbiol.* Vol. 70, pp. 2966–2973 (in English).
7. Malynovska I.M., Dombrovska I.V., Litvin Yu.I. (2013). *Mikrobiolohichni protsesy u zabrudnenomu ionamy vazhkykh metaliv siromu lisovomu gruntu* [Microbiological processes in polluted heavy metal ions gray forest soils]. *Ahroekolohichnyi zhurnal* [Agroecological journal]. Iss. 2, pp. 29–34 (in Ukrainian).
8. Korsun S.H., Hamaliei V.I. *Sposib vyznachennia ekolohichnoi stiikosti gruntu u ahrolandshtafakh* [Method of determining the environmental sustainability of soil in agricultural landscapes]. Ukrainian patent, no. 81031, 2007 (in Ukrainian).
9. DSTU ISO 4238:2003. *Yakist gruntu. Biolohichni metody. Vyznachennia mineralizatsii azotu i nitryfikatsii v gruntakh ta vplyvu khimichnykh rechovyv na tsi protsesy* [State Standart ISO 14238:1997. The quality of the soil. Biological methods. Determination of nitrogen mineralization and nitrification in soils and effects of chemicals on these processes]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2004, 12 p. (in Ukrainian).
10. Bilay V.I. (1982). *Metody eksperimentalnoy mikologii* [Methods of Experimental Mycology]. Kiev: Naukova dumka Publ., 550 p. (in Russian).
11. Vorobeva S.A. (1967). *Praktikum po zemledeliyu* [Workshop on agriculture]. Moskva: Kolos Publ., 319 p. (in Russian).
12. Zvyagintsev D.G. (1986). *Osnovnye printsipy funktsionirovaniya kompleksa pochvennykh mikrobov* [The basic principles of operation of the complex of soil microbes]. *Sbornik nauchnykh trudov (Problemy pochvovedeniya)* [Collection of scientific works (soil science problems)]. Moskva: Nauka Publ., pp. 97–102 (in Russian).
13. Shykula M.K., Balaiev A.D., Tonkha O.L., Striuk L.I., Senchuk S.M., Maistrenko V.H. (2003). *Gruntozakhysni, enerho-, resurso- i volohozberihayuchi tekhnolohii vyroshchuvannia kultur* [Of soil, energy, resource and technology volohozberihayuchi cultivation]. *Biolohichni nauky i problemy roslinnytstva* [Biological science and crop problems]. Uman, pp. 784–791 (in Ukrainian).
14. DSTU 4362:2004 *Yakist gruntu. Pokaznyky rodiihosti gruntiv* [State Standart ISO 4362:2004 The quality of the soil. Indicators of soil fertility]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2006, 19 p. (Natsionalnyi standart Ukrainy) (in Ukrainian).

ГРУНТОВО-МЕЛІОРАТИВНІ ПОКАЗНИКИ ЧОРНОЗЕМУ ЗВИЧАЙНОГО ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Л.І. Воротинцева

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

Наведено результати експериментальних досліджень з вивчення впливу краплинного зрошення мінералізованою водою на ґрунтово-меліоративні показники чорнозему звичайного Північного Степу України. Встановлено, що локальний характер зволоження спричиняє посилення неоднорідності ґрунтового покриву та просторової диференціації ґрунтово-меліоративних показників на відрізку «стрічка — рядок — міжряддя». Виявлено посилення розвитку процесів засолення, осолонцювання ґрунту, особливо в зоні поливної стрічки, наслідком яких є підвищення концентрації токсичних солей натрію, насичення вбирного комплексу натрієм і калієм. Обґрунтовано, що довгострокове зрошення призвело до зниження в орному шарі загального вмісту гумусу, підвищення його щільності, поважчання гранулометричного складу до середньоглинистого внаслідок зростання фракцій мулу та дрібного пилю, руйнування та зниження стійкості мікроструктури (зростання фактора дисперсності). Обґрунтовано, що за краплинного зрошення овочевих культур мінералізованою водою необхідним є контроль показників стану ґрунту та застосування заходів з хімічної меліорації для запобігання та усунення прояву деградаційних процесів.

Ключові слова: засолення, краплинне зрошення, локальне зволоження, мінералізована вода, осолонцювання, чорнозем звичайний.

В Україні внаслідок глобальних змін клімату та розширення площ із дефіцитом природної вологозабезпеченості істотно зростає роль зрошення як стабілізуючого чинника підвищення продуктивності аграрного виробництва та усунення залежності сільськогосподарських культур від нестачі вологи у вегетаційний період [1]. Зважаючи на те, що стратегічне відновлення зрошення та сучасний розвиток водогосподарського комплексу повинні базуватися на інноваційних підходах, актуальним є застосування енерго- та ресурсозберігаючих, екологічно безпечних способів поливу, оперативне управління та нормоване водокористування для зниження меліоративного навантаження на ґрунт та запобігання ймовірним екологічним ризикам.

Одним із перспективних способів поливу овочевих культур, що набуває широкого застосування як в Україні, так і у світі, є краплинне зрошення — спосіб поливу, за якого вода і розчинені в ній поживні речовини дозованими нормами через мережу поливних трубопроводів із краплинними

водовипусками подаються безпосередньо в кореневмісний шар ґрунту, забезпечуючи оптимальну вологість ґрунту впродовж усього вегетаційного періоду [2]. Слід наголосити, що в Україні розроблено концепцію розвитку мікрозрошення до 2020 р., в якій викладено основні засади застосування локальних способів поливу [3]. Технологічною ознакою цього способу є локальний характер зволоження, що зумовлює посилення техногенного впливу зрошувальної води на ґрунт у зоні зволоження, зростання строкатості та просторової диференціації на відрізку «стрічка — рядок — міжряддя», а також потенційної небезпеки негативного впливу на ґрунти, особливо за зрошення мінералізованими водами.

Мета роботи — вивчення направленості змін ґрунтово-меліоративних показників чорнозему звичайного за краплинного зрошення овочевих культур мінералізованою водою.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2011–2013 рр. на Донецькій овоче-баштанній дослідній станції (с. Опитне Ясинуватського

р-ну Донецької обл.) в умовах ланки овочевої сівозміни з таким чергуванням культур: 1) томат, 2) цибуля ріпчаста, 3) перець солодкий. На полі з типовими умовами було закладено стаціонарні ділянки (площею 100 м² кожна, в умовах зрошення та без нього) для моніторингу змін ґрунтових властивостей під впливом довготривалої іригації (близько 40 років) та за краплинного зрошення, яке застосовується впродовж останніх 10 років. У межах кожної ділянки було вибрано ключові точки для спостережень. За такого способу поливу зразки ґрунту відбирали згідно з існуючою методикою [4] у 4 основних зонах: поливної стрічки, рядка, межі контуру зволоження та незрошеного міжряддя, що дає змогу всебічно оцінити ступінь просторового варіювання показників у межах контуру зволоження, направленість ґрунтових процесів та їх динаміку. Дослідження проводили відповідно до рекомендацій обстеження еколого-меліоративного стану земель, технологій вирощування овочевих культур за краплинного зрошення (режим поливів, система удобрення, агротехніка) [4, 5]. Об'єктами досліджень були чорнозем звичайний легкоглинистий, зрошувальна вода, овочеві культури.

Для поливів використовували воду із місцевого ставка, що характеризувалася слаболужною реакцією — рН 7,6–7,7 та мінералізацією на рівні 2,1–2,3 г/дм³. За агрономічними критеріями (ДСТУ 2730-94) вода оцінювалася як обмежено придатна для зрошення за небезпекою засолення, осолонцювання й підлушення ґрунту; за екологічними критеріями (ДСТУ 7286:2012) — як обмежено придатна за небезпекою забруднення ґрунту кадмієм і свинцем. Хімізм солей — сульфатно-хлоридний натрієво-магнієвий.

У пробах ґрунту визначали сольовий склад методом водної витяжки (ГОСТ 26424-85-26428-85); уміст увібраних катіонів — методом Тюріна; щільність складення ґрунту — за ДСТУ ISO 11272:2001; гумусу — методом Тюріна (ДСТУ 4289, ДСТУ ISO 10694), гранулометричний і мікроагрегатний склад — методом піпетки

в модифікації Н.А. Качинського (ДСТУ 4728:2007, 4730:2007); нітратного й амонійного азоту — за ДСТУ 4729:2007; рухомих форм фосфору і калію — методом Мачигіна (ДСТУ 4114-2002). У воді визначали сольовий склад та вміст важких металів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Застосування систем краплинного зрошення за вирощування овочевих культур порівняно із багаторічними насадженнями має свої особливості та складності, оскільки вони є однорічними і мають різну схему посадки. Тому зона зволоження кожного року не співпадає, що посилює строкатість та неоднорідність ґрунтового покриву зрошуваних масивів. За обробітку ґрунту у післяполивний період відбувається перемішування верхнього шару ґрунту зони зволоження і незрошуваних міжрядь, що спричиняє руйнування сольових смуг та деяке нівелювання просторової неоднорідності параметрів показників відповідного масиву.

Дослідженнями встановлено, що до чутливих показників ґрунту, які зазнають найбільшого впливу за краплинного зрошення мінералізованими водами, насамперед належить іонно-сольовий склад водної витяжки та склад ґрунтового вбирного комплексу. Спрямованість та інтенсивність змін ґрунтових властивостей передусім залежать від хімічного складу зрошувальної води, вихідних ґрунто-екологічних умов та тривалості зрошення. Зрошення мінералізованою водою та локальний характер зволоження спричинили посилення розвитку галогенних процесів у чорноземі звичайному. За підсихання ґрунту на поверхні контуру зволоження візуалізуються суцільні смуги з вицвітами солей, надлишкова концентрація яких негативно впливає на ріст та врожайність вирощуваних культур, що потребує постійного підтримання вологості ґрунту на оптимальному рівні. Довготривале зрошення ґрунту мінералізованою водою способом дощування, а потім перехід на краплинний спосіб поливу зумовили збільшення як загальної кількості, так і вмісту токсичних солей (рис. 1), що

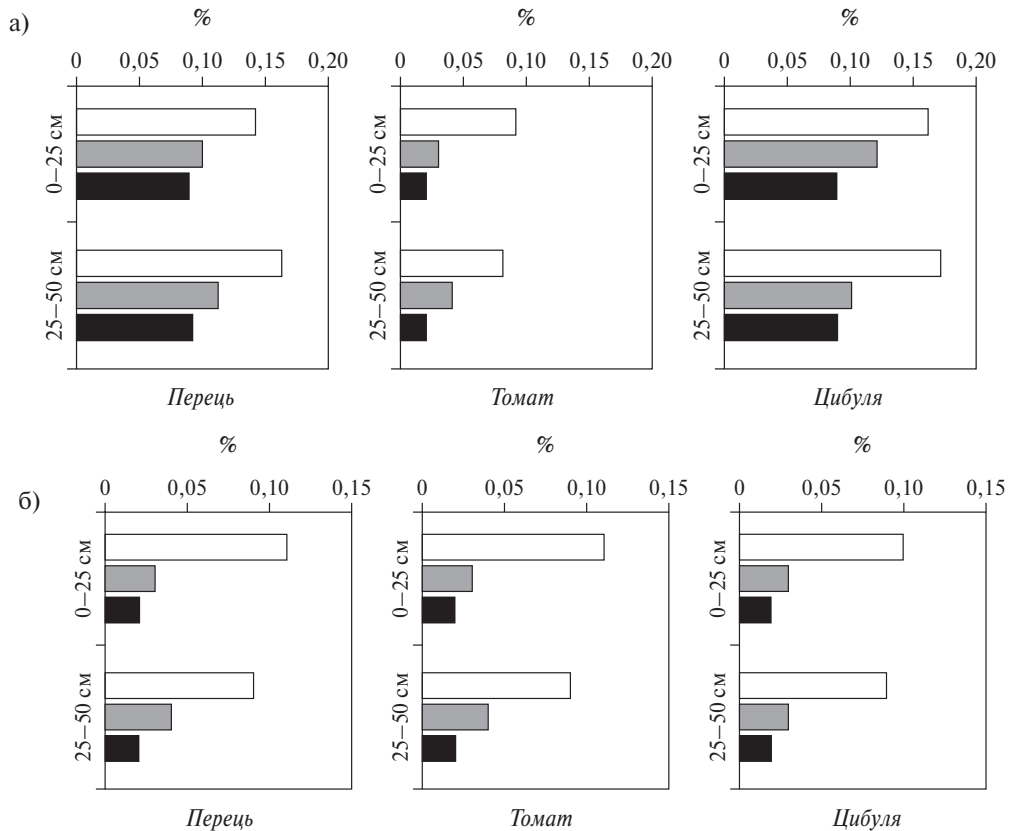


Рис. 1. Вміст водорозчинних і токсичних солей у чорноземі звичайному за краплинного зрошення (наприкінці вегетаційного періоду): а — загальний вміст водорозчинних солей; б — вміст токсичних солей; зони: □ — стрічки, ■ — міжряддя, ■ — без зрошення

підтверджується нашими попередніми дослідженнями [6].

Так, порівняно з незрошуваним аналогом (вміст солей на рівні 0,08–0,09%, у т.ч. токсичних — 0,02–0,03%), у ґрунті контуру зволоження наприкінці вегетаційного періоду за вирощування овочевих культур досліджуваної сівозміни відбулося підвищення концентрації водорозчинних солей з варіюванням у діапазоні 0,11–0,16% (у т.ч. токсичних солей 0,06–0,11%), що свідчить про слабкий ступінь засолення. Відзначено зміни якісного складу водорозчинних солей з тенденцією до звуження співвідношення Са:Na (шар 0–25 см) від міжряддя до зони поливної стрічки внаслідок підвищення концентрації натрію. Так, у незро-

шуваному ґрунті цей показник становив 18–20; у зонах: міжряддя — 7–12; рядка 0,7–1,2; поливної стрічки — 0,5–0,6. Дещо інтенсивніше процес засолення відбувався за вирощування томатів, що, можливо, обумовлено нормою водозабезпеченості для цієї культури та впливом зрошувальної води на ґрунт.

Слід відзначити варіювання як загальної кількості водорозчинних солей, так і токсичних солей у межах контуру зволоження з максимальним накопиченням у зоні поливної стрічки (в орному та підорному шарах) унаслідок постійного надходження їх із водою. З низхідними потоками води відбувається міграція легкорозчинних солей у підорний шар та глибше. Склад таких

солей характеризувався хлоридно-сульфатним натрієвим або кальцієво-натрієвим типом. Унаслідок зрошення відбулося підлуження ґрунту з підвищенням $pH_{\text{вод}}$ до 7,9–8,2 у верхньому півметровому шарі.

У зоні неполивних міжрядь зміни цих показників були менш істотними, але за вирощування томатів спостерігалось підвищення вмісту водорозчинних солей порівняно із незрошуваним аналогом унаслідок горизонтального переміщення води і розчинених у ній солей із суміжної зони зволоження.

Результати свідчать про сезонність сольового режиму зрошуваних ґрунтів: чергування процесів засолення у теплий (вегетаційний) період року і розсолення у холодний осінньо-зимовий, що обумовлено кількістю опадів, під дією яких надлишкові кількості солей вимиваються вглиб профілю чорнозему звичайного.

Встановлено, що соленакопичення має сезонний зворотний характер, але у деякі роки відзначалася тенденція до поступового накопичення водорозчинних, зокрема токсичних, солей. Засолення, характерне для поливних стрічок, негативно впливає на розвиток рослин, тому за краплинного зрошення необхідними є висока культура землеробства та чітке дотримання технологічних вимог вирощування овочевих культур.

Також одним із небезпечних проявів деградації ґрунту за зрошення мінералізованою водою є осолонцювання, ступінь проявлення якого визначається протисолонцюючою здатністю та буферністю ґрунту. Так, незрошуваний чорнозем звичайний характеризувався як неосолонцюваний з умістом увібраних $Na^+ + K^+$ у складі ґрунтового вбирного комплексу на рівні 1,2–1,1% (у верхньому 0–25-см шарі) та 1,0–0,9% (у 25–50-см) від суми увібраних катіонів. За краплинного зрошення цибулі ріпчастої, томату та перцю солодкого в межах зони стрічки, переважно у шарі 0–25 см, відбувається інтенсивне насичення ґрунтового вбирного комплексу натрієм і калієм, унаслідок чого їх відносний уміст наприкінці вегетаційного періоду підвищується до 3,3–3,8% від суми увібраних катіонів, що відповідає слабкому ступеню солонцюватості (рис. 2). У підорному шарі концентрація солонцюючих катіонів була дещо нижчою, а ґрунт характеризувався як неосолонцюваний.

Уміст увібраного натрію у зоні зволоження характеризувався просторовою неоднорідністю та диференціацією з тенденцією до зростання його концентрації у зоні стрічки (до 1,2–1,37 мг-екв/100 г) і зменшення на межі контуру зволоження (до 0,31–0,37 мг-екв/100 г). У ґрунті міжряддя вміст солонцюючих катіонів був нижчим порівняно із зоною зволоження,

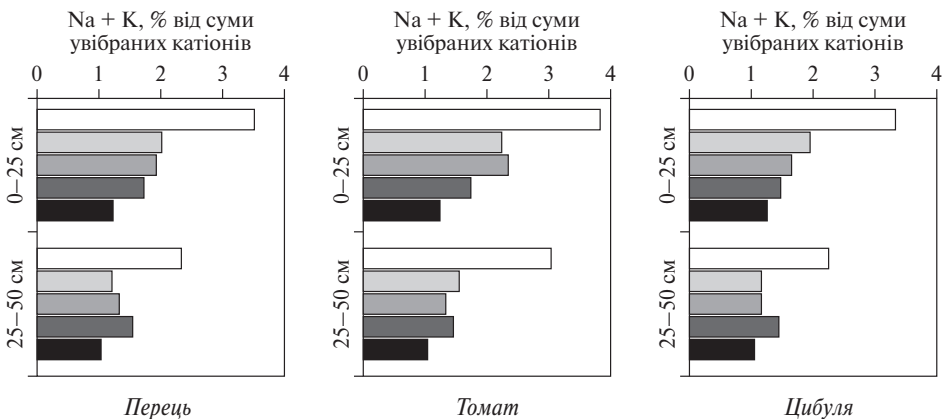


Рис. 2. Вплив краплинного зрошення на солонцюватість чорнозему звичайного. Зони: □ — стрічки, □ — рядка, □ — межа контуру, □ — міжряддя, □ — без зрошення

але дещо вищим, ніж у ґрунті незрошуваного аналога, ймовірно, унаслідок змикання зон зволоження або інтенсивнішого впливу зрошення у попередні роки (кожна культура відрізняється способом посіву, міжряддям).

Отже, локальний характер зволоження сприяв формуванню і чергуванню неосолонцюваних і осолонцюваних смуг ґрунту, що зумовлює строкатість та неоднорідність ґрунтового покриття за властивостями, які були найбільше вираженими за вирощування томату. Зважаючи на стрічковий характер прояву процесу осолонцювання ґрунту, вжиття заходів з хімічної меліорації для запобігання зниженню родючості ґрунту та розвитку деградаційних процесів (наприклад, внесення кальцієвих меліорантів) має здійснюватися у такий спосіб, щоб, насамперед, впливати на зону проявлення осолонцювання.

Результати дослідження поживного режиму ґрунту засвідчили, що вміст мінеральних форм азоту (нітратного та амонійного) за вирощування томату, цибулі та перцю характеризувався динамічністю та зниженням абсолютних значень у кореневмісному шарі ґрунту (0–25, 25–50 см) наприкінці вегетаційного періоду порівняно із незрошуваним аналогом, що обумовлено підвищенням рухомості нітратів та капілярним переміщенням сполук із ґрунтовим розчином, посиленням розвитку процесів нітрифікації, а також їх виносом з урожаєм вирощуваних овочевих культур. Ґрунт різних зон контуру зволоження характеризувався неоднорідністю за цим показником, а також спостерігалася тенденція до підвищення вмісту азоту у ланцюзі «поливна стрічка → рядок → межа контуру → міжряддя». Так, ґрунт орного шару зони поливної стрічки та рядка наприкінці вегетаційного періоду характеризувався низьким ступенем забезпеченості мінеральним азотом (за ДСТУ 4362), з варіюванням його вмісту у межах 12–17 мг/кг. У ґрунті зони міжряддя, який не зазнавав безпосереднього впливу зрошувальної води, вміст цього елемента був дещо вищим — 18–20 мг/кг. Незрошуваний чорнозем звичай-

ний характеризувався низькою та середньою забезпеченістю мінеральним азотом зі зростанням абсолютних значень внаслідок непримивного водного режиму та меншої рухомості його сполук, ніж у варіанті зі зрошенням.

Уміст рухомого фосфору у кореневмісному шарі оцінювався як низький з амплітудою значень у межах 1,8–8,5 мг/кг. До того ж відзначено тенденцію до зниження його концентрації у зоні рядка, особливо за вирощування томату, внаслідок його більш інтенсивного виносу з урожаєм овочевих культур упродовж вегетаційного періоду. Незрошуваний ґрунт також характеризувався низьким рівнем забезпеченості фосфором.

За вмістом поживного калію ґрунт характеризувався як середньозабезпечений з варіюванням абсолютних значень у межах 127–174 мг/кг, що дещо нижче порівняно з незрошуваним аналогом (підвищений рівень забезпеченості). Вплив локального способу зволоження на просторовий розподіл цього елемента у ґрунті різних зон не виявлено.

Важливим показником ґрунтової родючості, що визначає продуктивність сільськогосподарських культур, є вміст гумусу, який у досліджуваному чорноземі звичайному характеризувався просторовою варіабельністю та істотними відмінностями за різного характеру використання. Так, у орному шарі незрошуваного ґрунту його вміст становив 5,0–5,4% (дуже високий рівень), а в підорному шарі знижувався до 3,3–3,8% (підвищений уміст). Унаслідок інтенсивних технологій вирощування овочевих культур в умовах зрошення, посилення процесів мінералізації та виносу поживних речовин, за відсутності у сівозміні багаторічних трав, відбулося зниження загального вмісту гумусу у шарі 0–25 см у межах абсолютних значень — 3,4–3,8% (підвищений уміст) та у шарі 25–50 см — у межах 2,4–3,0%. Тому для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу ґрунту рекомендується внесення органічних добрив, введення у сівозміну багаторічних трав, заорювання рослинних решток.

Агрофізичний стан є одним із ключових чинників, що визначає водно-повітряний та тепловий режими ґрунту, впливає на ріст рослин, а за меліоративного навантаження може зазнавати істотних змін. Встановлено, що за довгострокового зрошення чорнозему звичайного мінералізованою водою внаслідок зміни фізико-хімічних властивостей, розвитку процесів осолонцювання відбулося ущільнення ґрунту верхнього генетичного горизонту Н(е) та достовірне підвищення щільності складення ґрунту з 1,18 (без зрошення) до 1,29 г/см³ (за зрошення).

За гранулометричним складом досліджуваний незрошуваний ґрунт класифікувався як легкоглинистий крупнопилувато-мулуватий, з умістом частки фізичної глини 69–70% та переважаючої фракції 39–45% (шари ґрунту 0–25, 25–50 см), материнська порода – лесоподібний суглинок. За довгострокового зрошення мінералізованою водою внаслідок процесів ґрунтового оглинювання у горизонтах Н(е) та Н(і) відбулися зміни у фракційному складі, зумовлені підвищенням умісту мулистої фракції (до 47–49%) та дрібного пилу (до 15–17%), та поважчання гранулометричного складу до середньоглинистого зі зростанням умісту частки фізичної глини до 78–80%. Спостерігалася міграція частини мулу в пептизованому стані з орного в нижні шари ґрунту. Аналогічну закономірність встановлено нашими попередніми дослідженнями [7].

Аналіз мікроагрегатного складу ґрунту свідчить про руйнування мікроструктури під впливом зрошення, що супроводжується збільшенням умісту мулу (фракції <0,001 мм). У незрошуваному ґрунті переважали мікроагрегати розміром 0,05–0,01 мм, з умістом їх частки в орному шарі на рівні 27–29%. За зрошення відбувалася руйнація мікроагрегатів і підвищення кількості вказаної мулистої фракції з 1,00–1,41 до 3,33–3,80%. Визначення фактора дисперсності за Н.А. Качинським [8], який характеризує потенційну здатність ґрунту до агрегування та ступінь руйнування мікроагрегатів у воді, свідчить про підвищення

цього показника за зрошення до 6,8–7,7% (незрошуваний ґрунт – 4,8–5,5%) та зниження стійкості мікроструктури чорнозему звичайного. Відзначено також тенденцію до зниження фактора структурності за Фегеляром [8] з 95% (без зрошення) до 92–93% унаслідок незначного зниження водостійкості агрегатів.

ВИСНОВКИ

З огляду на тенденції до зростання площ земель, які зрошуються краплинним способом, актуальними є дослідження з вивчення трансформації властивостей чорнозему звичайного внаслідок підвищеного навантаження на ґрунт у зоні контуру зволоження. Доведено, що локальний характер зволоження призводить до строкатості та просторової диференціації ґрунтово-меліоративних показників чорнозему звичайного на відрізьку «стрічка – рядок – міжряддя».

Внаслідок зрошення мінералізованою водою та підвищеного навантаження на ґрунт відбувається активізація процесів засолення, осолонцювання, наслідком яких є формування смуг з підвищеним умістом легкорозчинних солей та увібраного натрію, особливо в зоні поливної стрічки, що спричиняє погіршення властивостей ґрунту, розвиток деградаційних процесів, зниження екологічної стійкості. У зоні неполивних міжрядь через мінімальний вплив досліджуваних чинників такі зміни є менш істотними.

Довгострокове зрошення зумовило зниження загального вмісту гумусу з 5,0–5,4 до 3,4–3,8%, обважніння гранулометричного складу до середньоглинистого внаслідок зростання вмісту фракцій мулу та дрібного пилу, руйнування та зниження стійкості мікроструктури (зростання фактора дисперсності до 6,8–7,7%). Для оцінки інтенсивності впливу та ступеня змін властивостей ґрунту з метою запобігання локальному прояву деградаційних процесів та зниження родючості чорнозему звичайного необхідним є проведення системних моніторингових спостережень. За краплинного зрошення овочевих культур мінералізованою водою постає агроекологічна проблема, яку пропонується розв'язувати

шляхом контролю показників стану ґрунту та життя заходів з хімічної меліорації для запобігання виникненню та усунення прояву деградаційних процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Концепція відновлення та розвитку зрошення у Південному регіоні України / за наук. ред. М.І. Ромащенко. — К., 2014. — 28 с.
2. Ромащенко М.І. Краплинне зрошення овочевих культур і картоплі в умовах Степу України / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковський, С.В. Рябков. — К., 2012. — 248 с.
3. Концепція розвитку мікрозрошення в Україні до 2020 р. / М.І. Ромащенко, А.П. Шатковський, С.В. Рябков та ін. — К., 2012. — 20 с.
4. Рекомендації щодо обстеження еколого-меліоративного стану земель в умовах краплинного зрошення / С.А. Балуєк, В.Я. Ладних, О.А. Носоненко та ін. — Х., 2012. — 20 с.
5. Методичні рекомендації з проведення польових досліджень за краплинного зрошення / за ред. М.І. Ромащенко, А.П. Шатковського, Л.Г. Уса-тої. — К.: ІВПіМ НААН, 2013. — 44 с.
6. Найдѐнова О.Є. Агрогенна трансформація чорнозему звичайного за довготривалого зрошення мінералізованими водами / О.Є. Найдѐнова, Л.І. Воротинцева // Агроекологічний журнал. — 2015. — № 2. — С. 47–53.
7. Воротинцева Л.І. Трансформація властивостей чорнозему звичайного за зрошення водами різної якості / Л.І. Воротинцева // Вісник аграрної науки. — 2016. — № 1. — С. 56–60.
8. Практикум з ґрунтознавства / за ред. Д.Г. Тихоненка, В.В. Дегтярьова. — Х.: Майдан, 2009. — 447 с.

REFERENCES

1. Romaschenko M.I. (2014). *Kontseptsia vidnovlennya ta rozvytku u Pivdennomu regioni Ukrainy* [The concept of rehabilitation and development of irrigation in the South of Ukraine]. Kyiv, 28 p. (in Ukrainian).
2. Romaschenko M.I., Shatkovskiy A.P., Ryabkov S.V. (2012). *Kraplynne zroshennya ovochevykh kultur i kartopli v umovakh Stepu Ukrainy* [Irrigation of vegetables and potatoes in the conditions of steppe of Ukraine]. Kyiv, 248 p. (in Ukrainian).
3. Romaschenko M.I., Shatkovskiy A.P., Ryabkov S.V. (2012). *Kontseptsia rozvytku mikro-zroshennya v Ukraini do 2020* [The concept of microirrigation development in Ukraine to 2020]. Kyiv, 20 p. (in Ukrainian).
4. Baliuk S.A., Ladnykh V.Y., Nosonenko O.A. (2012). *Rekomendatsii schodo obstezhennia ekoloho-meliorativnoho stanu zemel v umovakh kraplynnoho zroshennia* [Recommendations for survey environmental and reclamation condition of lands under drip irrigation]. Kharkiv, 20 p. (in Ukrainian).
5. Romaschenko M.I., Shatkovskiy A.P., Usata L.G. (2013). *Metodychni rekomendatsii z provedennia polovykh doslidzhen za kraplynnoho zroshennia* [Guidelines for conducting field research for drip irrigation] Kyiv: IVPIM NAAS of Ukraine Publ., 44 p. (in Ukrainian).
6. Naidonova O.E., Vorotyntseva L.I. (2015). *Ahrohenna transformatsiia chornozemu zvychainoho za dovhotryvalo zroshennia mineralizovanyimi vodamy* [Ahrohenna black soil transformation usual for long mineralized water irrigation]. *Ahroekologichnyi zhurnal* [Agroecological journal]. No. 2, pp. 47–53 (in Ukrainian).
7. Vorotyntseva L.I. (2016). *Transformatsiia vlastyvostei chornozemu zvychainoho za zroshennia vodamy riznoi yakosti* [Transformation properties of black soil under normal irrigation waters of different quality]. *Visnyk ahromoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science]. No. 1, pp. 56–60 (in Ukrainian).
8. Tikhonenko D. H., Dehtiariev V.V. (2009). *Praktikum z gruntovnavstva* [Workshop on soil]. Kharkiv: Maidan Publ., 447 p. (in Ukrainian).

УДК 631.43:539.10

РАДІОЛОГІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЧЕРЕЗ ТРИДЦЯТЬ РОКІВ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС

М.Г. Василенко¹, В.Д. Зосімов², О.В. Дмитренко²,
Л.Г. Шило², М.В. Костюченко²

¹ Інститут агроекології і природокористування НААН
² ДУ «Інститут охорони ґрунтів»

Узагальнено результати радіоактивного забруднення ґрунтів Київської обл. через 30 років після аварії на ЧАЕС. Наведено результати досліджень за окремими господарствами і ділянками (паями) щодо визначення рівня радіологічного (радіоактивного) забруднення сільськогосподарських угідь Київської обл. Доведено, що внесення підвище-

них доз органічних, органо-мінеральних, мінеральних (особливо фосфорних і калійних) добрив, регуляторів росту рослин, а також застосування вапнування кислих ґрунтів, підбір вирощуваних культур знижує рівень радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції. Встановлено, що радіаційна ситуація в області децю поліпшилась завдяки вжиттю контрзаходів та реабілітаційним процесам.

Ключові слова: радіонукліди, забруднення, уміст, ґрунт, стан, дослідження, результати.

Аварія на Чорнобильській АЕС у 1986 р. кваліфікується як найбільша техногенна катастрофа у світі. Масштаби та характер забруднення навколишнього природного середовища після аварії призвели до виникнення негативних явищ у природних екосистемах, унаслідок чого була забруднена значна територія України [1–3].

Київська обл. — один з регіонів країни, що зазнав найбільшого забруднення ґрунтів радіонуклідами. Полютанти з великим періодом напіврозпаду накопичуються у ґрунті, водоймах, мігрують трофічними ланцюгами, відкладаються в органах рослин і тварин, потрапляють в організм людини.

Радіоактивне забруднення становить значну небезпеку для здоров'я і життя людини, нехтування відповідними заходами проти зниження якого може спричинити соціально-економічні та екологічні проблеми, головні з яких: збереження генофонду нації, забезпечення життєдіяльності населення, що проживає на території з підвищеним рівнем радіації, переселення жителів із зони безумовного (обов'язкового) відселення, переорієнтування виробництва, спеціалізації забруднених регіонів та ліквідація чи пом'якшення наслідків катастрофи на території всієї України [4, 5].

Мета роботи — узагальнення багаторічних досліджень радіологічної ситуації на землях сільськогосподарського призначення Київської обл.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень були ґрунти на вміст ^{137}Cs та ^{90}Sr у господарствах Київської обл. Дослідження проводили шляхом великомасштабного радіоекологічного обстеження сільськогосподарських угідь за програмою моніторингу і агрохімічної паспортизації земель.

У лабораторних дослідженнях застосовували спектрометричні, радіохімічні методи, визначали активність ^{137}Cs у ґрунті за загальноприйнятою методикою із застосуванням аналізатора імпульсів СЕГ40. Уміст ^{90}Sr у зразках ґрунту визначали радіохімічним методом на низькофоновому радіометрі УМФ-1500.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Загальна активність радіонуклідів на території зони відчуження в травні — червні 1986 р. становила 930 ПБк (25 МКі). У липні внаслідок розпаду короткоживучих ізотопів радіаційна активність зменшилася до 220 ПБк (6 МКі). На сьогодні вміст основних радіонуклідів у компонентах наземних екосистем становлять: ^{137}Cs — 5,5 ПБк, ^{90}Sr — 2,5, трансуранових елементів — близько 0,1 ПБк [6].

З 2006 до 2015 року проведено ІХ та Х тури еколого-агрохімічних обстежень земель сільськогосподарського призначення в районах Київської обл., з додатковим радіологічним обстеженням Поліського та Іванківського районів зони Полісся [7, 8]. Найбільшого радіоактивного забруднення зазнали сільськогосподарські угіддя районів Київської обл., що найближче розташовані до епіцентру катастрофи, а саме: Поліський, Іванківський, Вишгородський, Бородянський, Макарівський (табл. 1).

Так, загальна площа орних земель Київської обл. зі щільністю забруднення ^{137}Cs до $1,0 \text{ Кі/км}^2$ становить 49,096 тис. га, у межах $1,0\text{--}5,0 \text{ Кі/км}^2$ — 0,648 тис. га. Площі орних земель зі щільністю забруднення ^{90}Sr до $0,02 \text{ Кі/км}^2$ налічують 0,048 тис. га, у межах $0,02\text{--}0,15 \text{ Кі/км}^2$ — 0,046 тис. га.

Контрольні обстеження, що проводилися впродовж останніх років, свідчать про деяке зниження показників щільності забруднення ґрунтів. На орні землі Полісь-

Таблиця 1

**Порівняльна характеристика щільності забруднення ґрунтів ^{137}Cs та ^{90}Sr
за районами Київської області**

Щільність забруднення ^{137}Cs , Кі/км ²								
Назва району	Площа, тис. га	ІХ тур			Площа, тис. га	Х тур (2011–2015 рр.)		
		до 1	1–5	5–15		до 1	1–5	5–15
Макарівський	39,24	39,14	0,15		21,29	21,29		
Бородянський	21,53	21,41	0,12		9,144	9,096	0,048	
Вишгородський	7,61	7,40	0,21		2,64	2,61	0,03	
Поліський	21,04	18,85	1,87	0,32				
Іванківський	13,07	11,79	1,28	16,67	16,10	0,57		

Щільність забруднення ^{90}Sr , Кі/км ²								
Назва району	Площа, тис. га	ІХ тур			Площа, тис. га	Х тур (2011–2015 рр.)		
		до 0,02	0,02–0,15	0,15–3,0		до 0,02	0,02–0,15	0,15–3,0
Макарівський	39,24		0,92	0,25	21,29			
Бородянський	21,53		0,51		9,144	0,048		
Вишгородський	7,61		0,44	2,38	2,64			
Поліський	21,04	8,36	12,01	0,15				
Іванківський	9,36	1,95	3,54	3,87	0,522		0,046	

кого регіону Київської обл. припадають найбільші площі, забруднені ^{137}Cs та ^{90}Sr . З обстежених 21,04 тис. га земель цього району площі розміром 0,32 тис. га мають щільність забруднення ^{137}Cs у межах 5,0–15,0 Кі/км², а 0,15 тис. га – забруднення ^{90}Sr у межах 0,15–3,0 Кі/км².

Відомо, що надходження радіонуклідів в урожай сільськогосподарських культур залежить від забруднення ґрунту. До основних заходів, спрямованих на зниження радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції, належать: підвищення доз внесення органічних, органіко-мінеральних, мінеральних (особливо фосфорних і калійних) добрив, регуляторів (стимуляторів) росту рослин, вапнування кислих ґрунтів, підбір вирощуваних культур. Завдяки покращенню фізико-хімічних властивостей ґрунту у спосіб вапнування забезпечується зниження забруднення продукції радіонуклідами в 1,5–2,5 раза. Зниження забрудненості врожаю радіонуклідами за внесення добрив відбувається завдяки підвищенню в ґрунті кон-

центрації кальцію та калію, що є конкурентами надходження в сільськогосподарські рослини радіонуклідів – ^{90}Sr та ^{137}Cs .

Азотні добрива спричиняють підвищення накопичення ^{137}Cs , фосфорні добрива зв'язують ^{90}Sr , але майже не впливають на вміст ^{137}Cs у рослинах, і лише калійні добрива істотно знижують вміст ^{137}Cs в урожаї сільськогосподарських культур. Завдяки внесенню калійних добрив можна знизити вміст ^{137}Cs в урожаї на 30–80%.

Для досягнення максимального зниження радіоактивного забруднення ґрунту за застосування повного складу мінерального добрива співвідношення між азотом, фосфором та калієм повинно становити 1:1,5:2,0.

Після вжиття комплексу контрзаходів на територіях, що зазнали впливу радіоактивного забруднення, радіаційна ситуація дещо поліпшилася. Але з 1995 р. проведення цих заходів було припинено через відсутність фінансування. Слід зауважити, що радіаційний стан поліпшився, насамперед, завдяки природним автореабілітацій-

ним процесам (природний радіоактивний розпад радіоізоотопів, фіксація і перерозподіл радіонуклідів у ґрунті).

У 17-ти господарствах Іванківського району станом на 01.01.2016 р. обстежено 13,07 тис. га угідь. За щільністю забруднення ґрунтів ^{137}Cs до четвертої зони радіоактивного забруднення віднесено ґрунти загальною площею 1283,6 га, у т.ч. території с. Прибірськ — 180, СГВК ім. Мічуріна (с. Дитятки) — 67,2, СГВК «Мрія» (с. Горностайпіль) — 802,4 га. За щільністю забруднення ^{90}Sr площа ґрунтів Іванківського р-ну з рівнем забруднення $<0,02 \text{ Кі/км}^2$ (чиста зона) становить — 4726,4 га, з рівнем 0,02–0,15 Кі/км^2 (четверта зона) — 6793,82 га; всі землі с. Горностайпіль (1754,08 га) віднесено до третьої зони забруднення.

У п'яти господарствах Іванківського р-ну 3869,6 га орних земель віднесено до четвертої зони за рівнем забруднення ^{137}Cs , зокрема (га): ТОВ «Зелена хвиля» (с. Термахівка) — 899; компанія «Агровей «Мусійки» — 1471; ВАТ «Жміївське» (с. Жміївки) — 250,6; ТОВ «Макарівка» (с. Макарівна) — 591,0; ТОВ «Укрзернопром» (с. Прибірськ) — 658.

Площі земель сільськогосподарського призначення, що віднесені до четвертої

зони за щільністю забруднення ^{90}Sr , становлять 1085,9 га, у т.ч. території с. Розважів — 100,6; с. Заруддя — 394,3; с. Макарівка — 591,0 га.

Динаміка забруднення ґрунтів (табл. 2) у господарстві «Прогрес», с. Рагівка Поліського р-ну (дерново-підзолистий ґрунт, поле № 1 першої польової сівозміни) за щільністю забруднення ^{137}Cs свідчить про зниження його рівня за 30 років у 23,3 раза, а за останні п'ять років цей показник зменшився на 0,0707 Кі/км^2 . Щодо ^{90}Sr , лише у 2,2 раза і на 0,038 Кі/км^2 відповідно. На полі № 3 цього господарства вміст ^{137}Cs зменшився за вказаний період з 15,706 до 0,293 Кі/км^2 , а за останні п'ять років зниження цього показника становило 0,031 Кі/км^2 .

У с. Мар'янівці на полі № 1 за останні 30 років вміст ^{137}Cs зменшився в 24,4 раза — з 16,0 до 0,6505 Кі/км^2 . На полі № 4 цього господарства — з 8,0 до 0,4632 Кі/км^2 , а ^{90}Sr — з 3,0 до 0,1523 Кі/км^2 , тобто в 19,7 раза, впродовж останнього туру обстеження — від 0,054 до 0,0177 Кі/км^2 відповідно.

Ґрунти Рокитнянського р-ну внаслідок атмосферного перенесення радіонуклідів, незважаючи на значну відстань (150–170 км) від ЧАЕС, зазнали локального

Таблиця 2

Динаміка щільності забруднення ґрунтів у господарствах Поліського району (Кі/км^2)

Показники	Роки			
	1987	2005	2010	2015
СТОВ «Прогрес», с. Рагівка, польова сівозміна 1, поле № 1 (45 га)				
^{137}Cs	14,200	0,900	0,680	0,609
^{90}Sr	0,070		0,036	0,0322
Польова сівозміна 1, поле № 3 (50 га)				
^{137}Cs	15,706	0,305	0,293	0,262
^{90}Sr	0,20		0,08	0,0372
с. Мар'янівка, поле № 1 (87,5 га)				
^{137}Cs	16,0	5,87	0,726	0,650
^{90}Sr	11,0		0,008	0,0072
Поле № 4 (51,3 га)				
^{137}Cs	8,0	3,97	0,517	0,463
^{90}Sr	3,0		0,17	0,1523

забруднення значно меншого, ніж у зоні Полісся. Наприклад, у господарстві «Росія» (с. Ромашки Рокитнянського р-ну) в полі № 2 на площі 137,0 га щільність забруднення ^{137}Cs у 1987 р. становила 4,62 Кі/км², у 2015 р. цей показник зменшився у 14,4 раза, у полі № 8 цього господарства — лише втричі — з 4,24 до 1,43 Кі/км² (табл. 3). Аналогічні результати спостерігалися і в господарстві «Прогрес» (с. Савинці) цього району, де уміст ^{137}Cs за 30 років зменшився в 3,0–4,9 раза, а за останні п'ять років — на 0,146–0,394 Кі/км².

У господарстві ТОВ «Ольшаниця» вміст ^{137}Cs за 30 років зменшився у 5,1–7,7 раза, а за останні п'ять років на 0,11–0,12 Кі/км² (табл. 3).

Наведені дані свідчать, що радіологічна ситуація за післяаварійний період в Київській обл. має тенденцію до поліпшення. Але аналіз динаміки щільності забруднення ґрунтів області ізотопами ^{137}Cs і ^{90}Sr засвідчує, що через 30 років значні площі орних земель є потенційно небезпечни-

ми щодо забруднення продукції рослинництва.

У післяаварійний період щільність забруднення ^{137}Cs та ^{90}Sr дерново-підзолистих ґрунтів Полісся, за винятком ґрунтів органічного походження, значно зменшилася.

Чорноземні ґрунти Лісостепу завдяки своїм властивостям міцніше утримують в поглинальному комплексі ізотопи цих важких металів, тому темпи зниження їх щільності забруднення є значно повільнішими, ніж дерново-підзолистих ґрунтів Полісся.

Найбільш забрудненою територією області залишається Поліський р-н, ґрунтовий покрив якого представлено малопродуктивними низькобуферними ґрунтовими відмінами, з підвищеною здатністю до переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини.

Для вирощування на забруднених територіях сільськогосподарської продукції, що відповідає вимогам радіологічної безпеки, важливо забезпечити в необхідних обсягах фінансування контрзаходів, які передбача-

Таблиця 3

Динаміка щільності забруднення ґрунтів ^{137}Cs у господарствах Рокитнянського району (Кі/км²)

Рік			
1987	2005	2010	2015
СТОВ «Росія» с. Ромашки, польова сівозміна 2, поле № 2, 137,3 га			
4,62		1,31	0,321
Польова сівозміна 2, поле № 8, 139,9 га			
4,24		1,6	1,43
ТОВ «Прогрес», с. Савинці, поле № 7, 125,5 га			
2,97		0,887	0,741
Поле № 5, 131,1 га			
2,45		0,892	0,498
ВАТ «Синявське», с. Маківка польова сівозміна 1, поле № 4, 65 га			
6,25		2,69	
Польова сівозміна 1, поле № 8, 111,1 га			
2,89		1,72	
ТОВ «Ольшаниця», с. Ольшаниця, поле № 1, 102,5 га			
7,48		1,079	0,967
Поле № 8, 99,1 га			
5,26		1,157	1,037

ють проведення хімічної меліорації кислих ґрунтів на основі ресурсозберігаючих систем, дотримання бездефіцитного балансу елементів живлення, що своєю чергою мінімізує забруднення радіонуклідами продукції рослинництва.

ВИСНОВКИ

Завдяки використанню комплексу контрзаходів та автореабілітаційним процесам радіаційна ситуація в Київській обл. значно поліпшилася.

Поліський регіон унаслідок особливостей ґрунтових відмін з підвищеною здат-

ністю до переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини залишається найбільш забрудненою територією області.

Господарства для вирощування сільськогосподарської продукції, яка відповідатиме вимогам радіаційної безпеки, потрібно забезпечити за рахунок держави необхідним обсягом фінансування контрзаходів: проведення хімічної меліорації кислих ґрунтів, системи удобрення, забезпечення бездефіцитного балансу елементів живлення, що своєю чергою мінімізує забруднення радіонуклідами продукції рослинництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ильин Л.А. Реалии и мифы Чернобыля / Л.А. Ильин. — Alara, Zimited, 1996. — 474 p.
2. Пристер Б.С. Последствия аварии на Чернобыльской АЭС для сельского хозяйства Украины / Б.С. Пристер. — К., 1999. — 103 с.
3. Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС: Методичні рекомендації. — К.: Ярмарок, 2006. — 104 с.
4. Доргунов С.И. Концептуальные подходы к развитию и размещению производственных сил на территориях с повышенными уровнями радиоактивного загрязнения / [С.И. Доргунов, В.А. Половкин, А.В. Степаненко] // Социально-экономические проблемы ликвидации последствий чернобыльской катастрофы: сборник статей. — К., 1992. — С. 4–21.
5. Касьян И.З. Проблема дезактивации и захоронения радиоактивных отходов зоны Чернобыльской катастрофы / И.З. Касьян. — К., 1992. — 212 с.
6. Пристер Б.С. Концепція ведення агропромислового виробництва на забруднених територіях та їх комплексної реабілітації на період 2000–2010 рр. / Б.С. Пристер. — К.: Світ, 2000. — 47 с.
7. Методичний посібник з організації проведення науково-дослідних робіт в галузі сільськогосподарської радіології. — К.: УкрНРКСГР, 2010. — 136 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Агрпромиздат, 1985. — 351 с.

REFERENCES

1. Ilin L.A. (1996) *Realii i mify Chernobylia* [Realities and myths of Chernobyl]. Alara, Zimited, Publ., 474 p. (in Russian).
2. Prister B.S. (1999) *Posledstviya avarii na Chernobyl'skoy AES dlya selskogo khazyaystva Ukrainy* [The consequences of the Chernobyl accident for agriculture hazaystva Ukraine]. Kiev, 103 p. (in Russian).
3. *Vedennia sil'skoho hospodarstva v umovakh radioaktyvnoho zabrudnennia terytorii Ukrainy vnaslidok avarii na Chornobyl'skii AES: Metodychni rekomendatsii* [Agriculture in conditions of radioactive contamination in Ukraine as a result of the Chernobyl accident: Methodological rekomendatsiyi] Kyiv, Yarmarok Publ., 2006, 104 p. (in Ukrainian).
4. Dorguntsov S.I., Polovkin V.A., Stepanenko A.V. (1992). *Kontseptualnye podkhody k razvitiyu i razmyshleniyu proizvodstvennykh sil na teritoriyakh s povyshennymi urovniami radioaktivnogo zagryazneniya* [Conceptual approaches to the development of productive forces and the reflection on the territories with high levels of radioactive contamination]. «Sotsialno-ekonomicheskie problemy likvidatsii posledstviy chernobyl'skoy katastrofy» [Art. «Socio-economic problems of liquidation of consequences of the Chernobyl disaster»]. Kiev SAPS Ukrainy, AN Ukrainy Publ., pp. 4–21 (in Russian).
5. Kasyan I.Z. (1992) *Problema dezaktivatsii i zakhoro-neniya radioaktivnykh otkhodov zony Chernobyl'skoy katastrofy* [The problem of decontamination and disposal of radioactive waste Chernobyl disaster zone]. Kiev SOPS Ukrainy, AN Ukrainy Publ., 212 p. (in Russian).
6. Prister B.S. (2000). *Konstruktziia vedennia ahropromyslovoho vyrobnytstva na zabrudnennykh terytoriyakh ta yikh kompleksnoi rehabilitatsii na period 2000–2010 r.* [Construction of agricultural production in the contaminated territories and their comprehensive rehabilitation for the period 2000–2010 g]. Kyiv: Svit Publ., 47 p. (in Ukrainian).
7. *Metodychnyi posibnyk z orhanizatsii provedennia naukovo – doslidnykh robit v haluzi sil'skohospodarskoi produktsii* [Toolkit for the organization of scientific – doslidnykh robit in the field of agricultural products]. K.UkrNRKSHR Publ., 2010, 136p. (in Ukrainian).
8. Dospikhov B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moskva: Agropromizdat Publ., 351 p. (in Russian).

УДК 579.64:631.811.98:632.952:632.955:633.111

ВПЛИВ МЕТАБОЛІЧНИХ БІОПРЕПАРАТІВ НА ОСНОВІ ҐРУНТОВИХ СТРЕПТОМІЦЕТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ

Л.О. Білявська

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

Встановлено, що нові поліфункціональні метаболічні біопрепарати на основі комплексу біологічно активних речовин з ґрунтових стрептоміцетів Аверком, з додаванням еліситорів саліцилової кислоти або хітозану, та Віолар і Фітовіт сприяють збільшенню у кореневій зоні пшениці ярої чисельності мікроорганізмів основних еколого-функціональних груп, а в рослинних клітинах активності ензиму фенілаланінаміак-ліази, що свідчить про індукцію стійкості рослин до патогенів. Крім того, зменшується рівень ураження рослин пшениці ярої кореневими гнилями та фітопаразитичними нематодами. Обґрунтовано, що за дії Аверкому нова-2, Віолару і Фітовіту врожайність зерна збільшується на 16,9–32,5% порівняно з контролем і на 10,9–25,7% — з використанням хімічного протруювача Вітавакс 200 ФФ, до того ж покращується якість та класність зерна. Використання нових поліфункціональних метаболічних біопрепаратів надасть можливість знизити пестицидне навантаження на агроценози, поліпшити екологічний стан та підвищити продуктивність агроєкосистем.

Ключові слова: *метаболічні біопрепарати, ґрунтові стрептоміцети, індуктори стійкості рослин, пшениця яра, кореневі гнилі, паразитичні нематоди, ризосферні мікроорганізми, ефективність, врожайність.*

Пшениця яра (*Triticum aestivum* L.) є стратегічною зерною культурою, що забезпечує потреби нашої країни у високоякісному зерні для хлібопекарської та макаронної промисловості. Особливо зростає значення пшениці ярої у збільшенні виробництва продовольчого зерна у разі необхідності пересіву площ пшениці озимої, що загинула внаслідок несприятливих умов перезимівлі. Пшениця яра має також кормове значення, адже зерно культури використовують для виготовлення комбікорму, висівки — як концентрований корм, солому і полуку — як грубі корми [1].

З підвищенням культури землеробства розширюються і посівні площі пшениці ярої, що в Україні за роки незалежності істотно збільшились — з 9 тис. га у 1990 р. до 495 тис. га у 2012 р. Пшениця яра, як і озима, стає важливою зерною культурою

держави, підвищуючи її продовольчу безпеку [2].

Для того щоб використати повною мірою потенціал високоврожайних сортів пшениці ярої, необхідно розробити екологічно безпечні технології її вирощування, які дадуть змогу поліпшити живлення рослин, захистити їх від шкідливих організмів, збільшити врожайність і покращити якість одержуваної продукції рослинництва [2, 3].

На сьогодні в системі інтегрованого захисту рослин від хвороб дедалі більше уваги відводиться біологічному методу як найбільш безпечному і екологічному, тому застосування біопрепаратів для захисту від корневих гнилей, фітонематод, листостеблових інфекцій є виправданим [3]. Широкого поширення у практиці захисту зернових від шкідливих організмів здобуло використання біопрепаратів, які підвищують стійкість рослин до фітопатогенів та інших біологічних стресів [4].

Сучасне сільськогосподарське виробництво дедалі частіше орієнтується на використання препаратів, що проявляють властивості біопестицидів, для захисту сільськогосподарських культур від хвороб і шкідників. Розроблені співробітниками відділу загальної і ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України нові поліфункціональні біопрепарати на основі метаболітів бактерій — представників роду *Streptomyces* — у природних умовах створюють бар'єр для розвитку фітопатогенів [5]. Вони можуть проявляти комплексну біологічну активність до збудників хвороб різної етіології як прямої дії завдяки антибіотичним речовинам, енізимам тощо, так і опосередковано захищати рослини завдяки фіторегуляторній активності або шляхом підвищення їх стійкості до біотичних стресів. Ці метаболічні біопрепарати доволі добре проявили себе у технологіях вирощування овочевих та олійних культур [6–8].

Вивчення ефективності використання метаболічних біопрепаратів у екологічно безпечних агротехнологіях вирощування пшениці ярої є малодослідженим і актуальним питанням.

Мета роботи — дослідити вплив нових поліфункціональних метаболічних біопрепаратів на основі ґрунтових стрептоміцетів на ріст, розвиток та підвищення продуктивності рослин пшениці ярої в польових умовах за природного інфекційного фону.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові досліді проводили за природного інфекційного фону на базі Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (м. Чернігів).

Ґрунт території досліджень — дерново-середньопідзолистий пілуваго-супіщаний з такими агрохімічними показниками: рН водний — 5,5–5,9; уміст гідролізованого азоту (за Корнфільдом) — 55–60 мг; рухомих форм фосфору (за Кірсановим) — 160–170; обмінного калію (за Кірсановим) — 108–110 мг на 1 кг ґрунту; уміст

гумусу в орному шарі — 1,0%. У досліді використовували середньоранній сорт пшениці ярої Рання 93 української селекції. Розмір ділянки — 40 м², повторність дослідів — чотириразова. Досліді закладали методом рендомізованих повторень. Агротехніка вирощування — загальноприйнята для зони Полісся [9]. Попередник — соя. Пшеницю яру підживлювали аміачною селітрою із розрахунку 30 кг у д.р. на 1 га у фазу кущення, фосфорні і калійні добрива не вносили.

Було досліджено дію на розвиток і продуктивність пшениці ярої сорту Рання 93 розроблених нами нових поліфункціональних метаболічних біопрепаратів на основі комплексу біологічно активних речовин, що продукують ґрунтові стрептоміцети, зокрема: Аверком — біопрепарат отриманий у спосіб етанольної екстракції з міцелію семидобової культури *Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015 [6], до складу якого входить антипаразитарний антибіотик авермектин та комплекс біологічно активних речовин: фітогормони (ауксини, гібериліни, цитокініни, брасиностероїди), амінокислоти, вітаміни групи В та ліпіди (у т.ч. арахідонова кислота) [10]. На основі Аверкому розроблено його модифікації: Аверком нова-1 (Аверком + супернатант культуральної рідини + саліцилова кислота 0,05 мМ) та Аверком нова-2 (Аверком + супернатант культуральної рідини + хітозан 0,01 мМ), в яких підсилено фітозахисну дію завдяки введенню до їх складу речовин з елісаторними властивостями (саліцилова кислота або хітозан); Фітовіт (супернатант культуральної рідини + етанольний екстракт біомаси (4:1) продуцента *S. netropsis* ІМВ Ас-5025) і Віолар (супернатант культуральної рідини + етанольний екстракт біомаси (4:1) продуцента *S. violaceus* ІМВ Ас-5027). Препарати Фітовіт, Віолар і Аверком та його модифікації отримували у описаний раніше спосіб [5, 6, 10]. Для порівняння у досліді вивчали дію хімічного протруювача Вітавакс 200 ФФ (ТОВ «Кемтура», США) — водно-суспензійний концентрат з діючою речовиною карбоксином (200 г/л) та тиразом (200 г/л).

Норми витрат досліджуваних біопрепаратів за вирощування *Triticum aestivum* L.

Застосування біопрепаратів	Норма витрати препарату, мл/т чи га	
	Передпосівна обробка насіння на 10 л води	Обприскування під час вегетації на 200 л води
Контроль (вода)	–	–
Вітавакс 200 ФФ	3 000	–
Аверком	1	2
Аверком нова-1	2	4
Аверком нова-2	0,5	1
Віолар	25	40–50
Фіговіт	25	40–50

Передпосівну обробку насіння та рослин під час їх вегетації досліджуваними препаратами здійснювали за схемою, наведеною у табл. 1.

Біометричні показники розвитку рослин проводили у фазу цвітіння та молочно-воскової стиглості культури [9]. Вміст хлорофілів: a , b та $(a + b)$ у листках визначали за методикою А. Велбурна [9]. Облік ураження рослин кореневими гнилями та нематологічний аналіз проводили згідно з відомими методиками [9]. Чисельність мікроорганізмів основних еколого-функціональних груп у ризосфері рослин визначали методом посіву ґрунтової суспензії на агаризовані поживні середовища і виражали кількістю колоній утворювальних одиниць (КУО) в 1 г абсолютно сухого ґрунту (АСГ) [11]. Емісію діоксиду вуглецю в ризосферному ґрунті визначали відповідним

методом [11]. Облік урожаю здійснювали після суцільного збирання. Під час оцінювання структури та якості зерна визначали масу 1000 зерен, кількість зерен у колосі, вміст білка, сирої клейковини у зерні, скловидність, натуру та число падіння за Харбергом, а також за сумарним показником визначали клас якості зерна [12]. Кожен зразок аналізували у трикратних аналітичних повтореннях.

Розрахунки і статистичну обробку отриманих даних виконували за допомогою комп'ютерних програм Statistica 6.0 та Microsoft Excel '00.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Застосування метаболічних біопрепаратів (за винятком Аверком нова-2) позитивно вплинуло на біометричні показники розвитку рослин у фазу колосіння (табл. 2).

Біометричні показники розвитку рослин пшениці ярої сорту Рання 93 за дії метаболічних біопрепаратів

Варіант досліджу	Висота, см	Кількість репродуктивних стебел, одиниць	Площа поверхні листка, см ²
Контроль	95,9±0,9	3,4±0,1	20,1±0,6
Вітавакс 200 ФФ	100,3±0,8	4,4±0,1	21,6±0,5
Аверком	100,2±0,6	4,5±0,1	21,4±0,5
Аверком нова-1	100,3±0,9	4,2±0,1	21,1±0,4
Аверком нова-2	94,8±0,9	3,4±0,1	19,0±0,5
Віолар	97,9±0,7	4,6±0,3	22,0±0,5
Фіговіт	101,9±0,6	4,9±0,2	24,1±0,5

Так, кількість репродуктивних стебел під впливом Аверкому, Аверкому нова-1, Віолару та Фітовіту статистично достовірно збільшилась на 23,5–44,1%, а площа поверхні листка — на 5,0–19,9% порівняно з контрольним варіантом.

Визначення вмісту хлорофілів у листках рослин у найактивнішу фазу розвитку (цвітіння) також засвідчило про позитивну дію біопрепаратів. Всі використані біопрепарати сприяли достовірному збільшенню у листках пшениці ярої вмісту як хлорофілу *a* (на 14,1–22,2%), так і хлорофілу *b* (на 4,9–19,7%) порівняно з контролем (рис. 1).

Облік ураженості пшениці ярої кореневими гнилями здійснювали у фазі цвітіння і воскової стиглості. Одержані результати свідчать про підвищення стійкості рослин до збудників корневих гнилей під впливом усіх застосованих біопрепаратів (табл. 3).

Так, у варіантах з використанням біопрепаратів рослини значно менше уражувалися кореневими гнилями: у фазу цвітіння поширення хвороби становило 35,8–47,8%

порівняно з 68,1% у контрольному варіанті, у фазу воскової стиглості — 46,3–53,7% порівняно з 66,7% відповідно. Застосування біопрепаратів було ефективнішим, ніж використання хімічного препарату Вітавакс. Біологічна ефективність біопрепаратів варіювала у межах 39,7–65,8% у різні фази розвитку рослин, тоді як біологічна ефективність Вітаваксу становила 25,3–33,8%.

Використання метаболічних біопрепаратів сприяло зменшенню інвазії фітонематод у коренях рослин (табл. 4). Нематологічне обстеження коренів рослин пшениці ярої засвідчило про наявність п'яти видів паразитичних фітонематод, а також мікогельмінтів та сапрофітних нематод. Застосування Аверкому зменшувало кількість паразитичних нематод у 1,4 раза порівняно з контролем. Серед біопрепаратів найбільшу антигельмінтну активність виявив Аверком нова-2, за дії якого інвазія фітонематод зменшилася у 5,3 раза порівняно з контролем. Кількість паразитичних нематод у коренях рослин завдяки застосуванню Вітаваксу 200 ФФ істотно не відрізнялась від контрольного варіанта.

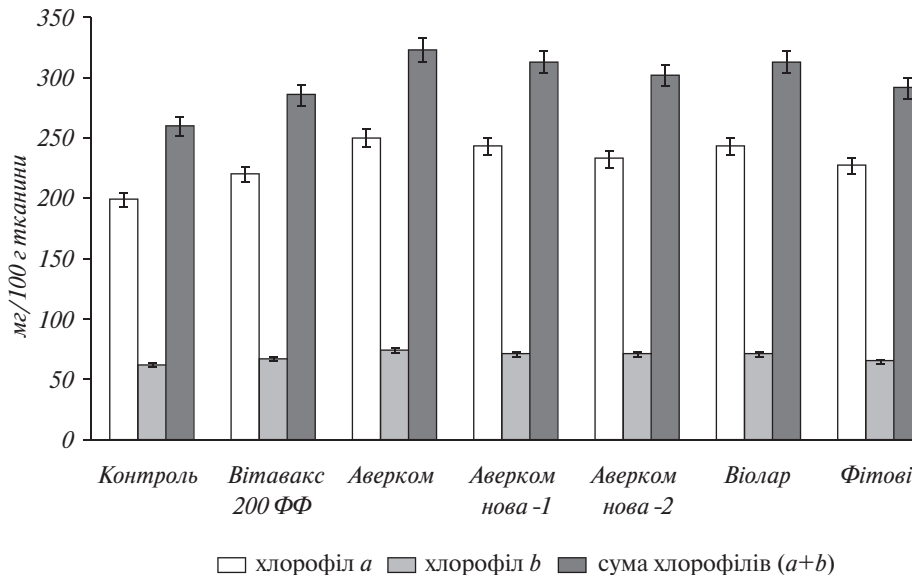


Рис. 1. Вміст хлорофілів у листках рослин пшениці ярої сорту Рання 93 за дії комплексних біопрепаратів (фаза цвітіння)

Таблиця 3

Ураженість пшениці ярої сорту Рання 93 кореневими гнилями

Препарати	Поширення хвороби, %	Розвиток хвороби, %	Біологічна ефективність, %
<i>Фаза цвітіння</i>			
Контроль	68,1	6,1	–
Вітавакс 200 ФФ	55,3	4,1	33,8
Аверком	47,8	3,2	47,3
Аверком нова-1	42,5	2,4	60,6
Аверком нова-2	35,8	2,1	65,8
Віолар	40,1	2,3	62,6
Фітовіт	40,4	2,4	60,8
<i>Фаза воскової стиглості</i>			
Контроль	66,7	6,2	–
Вітавакс 200 ФФ	62,8	4,6	25,3
Аверком	52,9	3,4	45,4
Аверком нова-1	53,3	3,7	39,7
Аверком нова-2	46,3	3,0	51,6
Віолар	53,7	3,1	49,7
Фітовіт	52,6	2,9	53,3
НІР ₀₅	2,7	0,8	1,8

Таблиця 4

Кількість нематод у коренях пшениці ярої сорту Рання 93 (в середньому за сезон)

Вид нематод	Кількість нематод, особин /10 г коренів						
	Контроль	Вітавакс 200 ФФ	Аверком	Аверком нова-1	Аверком нова-2	Віолар	Фітовіт
<i>Паразитичні нематоди</i>							
<i>Ditylenchus destructor</i>	16	12	3	17	12	14	8
<i>Pratylenchus pratensis</i>	40	35	9	8	0	6	6
<i>P. nanus</i>	6	12	6	4	0	4	12
<i>Heterodera sp.</i>	10	16	27	18	4	6	3
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	12	2	13	15	0	8	0
Усього:	84	77	58	62	16	38	29
Мікогелімінти	12	32	26	33	12	17	30
Сапрофітні нематоди	94	177	309	157	86	113	186

Сапрофітні нематоди і мікогелімінти, які не є шкодочинними об'єктами для рослин, розвивались активно на коренях пшениці у всіх досліджуваних варіантах.

Як свідчать результати наших попередніх досліджень [5–7], метаболічні біопрепарати у використаних концентраціях не

проявляють прямої біоцидної дії на ріст патогенів – збудників хвороб рослин. Їх захисний ефект базується на підсиленні резистентності рослин і підвищенні природної здатності чинити опір фітопатогенам. Це підтверджується підвищенням активності фенілаланінаміак-ліази (ФАЛ) як

**Вплив біопрепаратів на активність фенілаланінаміак-ліази (ФАЛ)
у рослинах пшениці ярої сорту Рання 93**

Препарати	Активність ФАЛ			
	Фаза цвітіння		Фаза воскової стиглості	
	одиниць активн./ мг білка	% до контролю	одиниць активн./ мг білка	% до контролю
Контроль	44,7 ± 1,1	100	20,1 ± 1,9	100
Вітавакс 200 ФФ	62,4 ± 1,6	139,7	24,1 ± 0,19	123,8
Аверком	97,3 ± 1,9	218,0	23,3 ± 0,23	116,2
Аверком нова-1	104,7 ± 2,01	234,2	23,5 ± 0,97	117,1
Аверком нова-2	132,3 ± 0,97	296	26,9 ± 1,04	134,4
Віолар	126,9 ± 3,5	284,0	31,9 ± 0,23	158,9
Фітовіт	123,1 ± 3,5	275,3	38,6 ± 0,25	192,6

маркера системної стійкості рослин за умов застосування біопрепаратів (табл. 5).

Як свідчать отримані дані, досліджувані біопрепарати збільшували активність ФАЛ на 118–196% у фазу цвітіння і на 16–92,6% у фазу воскової стиглості зерна порівняно з контролем; хімічний протруювач Вітавакс 200 ФФ також підвищував активність ФАЛ на 39,7 та 23,8% відповідно. Активність ФАЛ тісно корелювала із стійкістю рослин до ураження кореневими гнилями (табл. 3). Тобто завдяки посиленню природних захисних механізмів рослин біопрепарати можуть діяти на рівні системних фунгіцидів широкого спектра дії, а іноді навіть перевищувати їх. Препарати мають яскраво виражений профілактичний і слабкий лікувальний ефект, не проявляють біоцидної дії. Відповідно до класифікації Ю.Т. Дьякова зі співавторами [4], розроблені біопрепарати можна віднести до фунгіцидів четвертого покоління.

Застосування екологічно безпечних біотехнологічних препаратів, крім позитивної дії на рослини, можуть мати ширший спектр позитивних супутніх впливів. Одним із найістотніших у цьому аспекті є вплив препаратів на аборигенні мікробні угруповання, які відіграють важливу роль у процесах ґрунтоутворення та кругообігу хімічних елементів, що своєю чергою впливає на родючість ґрунту [2, 3, 6].

Дослідження чисельності мікроорганізмів основних еколого-функціональних груп засвідчило, що (в середньому за сезон) у ризосфері пшениці ярої переважають педотрофні та амілолітичні мікроорганізми, чисельність яких змінюється у межах 17,4–55,5 і 26,5–71,3 млн КУО в 1 г АСГ відповідно (рис. 2). У кореневій зоні рослин, оброблених біопрепаратами, спостерігався активніший розвиток педотрофних, азотфіксуювальних і амілолітичних мікроорганізмів, кількість яких була істотно вищою порівняно з контролем, а також варіантом із обробкою насіння Вітаваксом.

Чисельність педотрофних мікроорганізмів та амілолітичних бактерій за дії Аверкому нова-2, Віолару та Фітовіту була відповідно у 2,4–3,3 та у 1,7–2,5 раза вищою, ніж у контрольному варіанті. Кількість азотфіксуювальних мікроорганізмів у ризосфері рослин, оброблених Аверкомом нова-2, Віоларом та Фітовітом, перевищувала контрольні значення у 3,3, 5,3 та 5 разів відповідно.

Ризосферні ґрунтові мікроорганізми позитивно впливають на рослину, а саме: постачають її фізіологічно активними речовинами, вітамінами, азотом (азотфіксація), підвищують доступність фосфору, калію і мікроелементів [2, 13]. Відповідно до позитивних змін, у ризосферних мік-

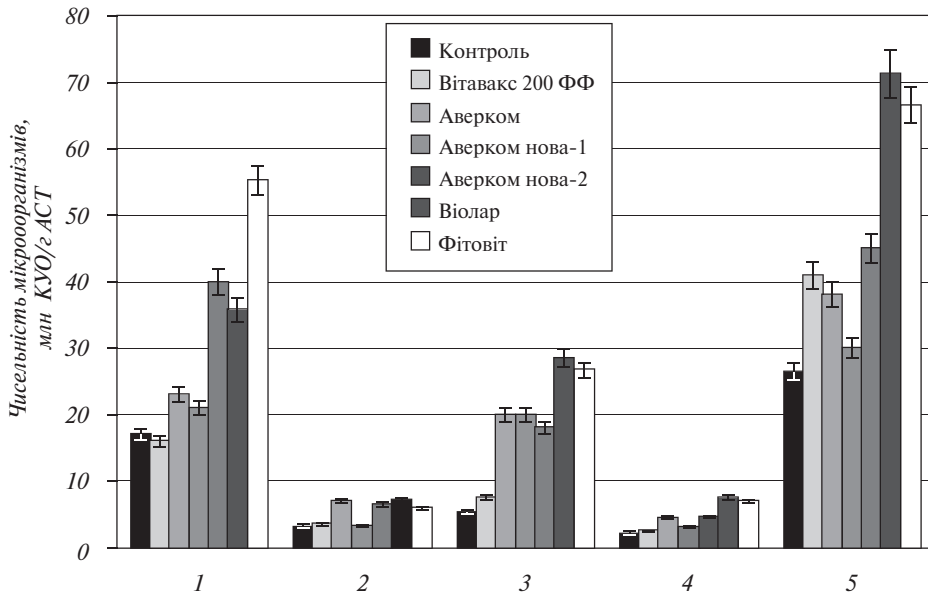


Рис. 2. Чисельність мікроорганізмів основних еколого-функціональних груп у ризосфері пшениці ярої сорту Рання 93: 1 — педотрофні; 2 — амоніфікувальні; 3 — олігозотрофні і азотфіксувальні; 4 — фосфатмобілізуючі; 5 — амілолітичні

робних угрупованнях збільшувалася загальна біологічна активність ґрунту, що визначається рівнем продукування діоксиду вуглецю (табл. 6).

У ризосфері рослин пшениці ярої сорту Рання 93, у середньому за вегетаційний період, завдяки застосуванню біопрепаратів продукування CO_2 було вищим на 10–68% порівняно з контролем та на 4–64% по-

рівняно з варіантом за використання хімічного протруйвача Вітавакс 200 ФФ. Найвищою респірація була за застосування Віолару та Фітовіту, що співвідноситься з високою кількістю ризосферних мікроорганізмів у цих варіантах.

Статистично достовірним приріст урожаю зерна пшениці ярої спостерігався за використання біопрепаратів Віолар (на

Таблиця 6

Продуктування CO_2 ризосферним ґрунтом рослин пшениці ярої сорту Рання 93

Варіант досліджу	Утворення CO_2	
	мкг CO_2 /г ґрунту /годину	% до контролю
Контроль	34,30±1,6	100
Вітавакс 200 ФФ	36,2±2,0	106
Аверком	41,3±2,1	120
Аверком нова-1	37,8±1,7	110
Аверком нова-2	51,5±2,3	150
Віолар	57,6±2,5	168
Фітовіт	54,4±2,4	159

Таблиця 7

Вплив метаболічних біопрепаратів на деякі показники структури врожаю, його якість та продуктивність пшениці ярої сорту Рання 93*

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га	Маса 1000 зерен, г	Білок, %	Сира клейковина, %	Скловидність, %	Натура зерна, г/л	Число падіння, с	Клас якості
Контроль	2,95	31,83	12,1	22,8	54	726	132	3
Вітавакс 200 ФФ	3,11	32,46	12,5	24,2	59	735	143	3
Аверком	3,02	34,45	12,9	24,5	61	735	147	3
Аверком нова-1	3,07	37,54	13,8	26,2	58	738	149	3
Аверком нова-2	3,45	38,0	15,9	29,5	67	759	197	2
Віолар	3,55	36,04	15,7	28,9	66	748	181	2
Фітовіт	3,91	37,6	14,8	28,6	69	745	183	2
НІР ₀₅	0,25	1,3	0,9	1,2	1,8	5,7	2,3	

Примітка: * вологість аналізованого зерна становить 11,5%.

20,3%) та Фітовіт (на 32,5%) порівняно з контролем (табл. 7). Важливим інтегральним показником ефективності застосування препаратів є структура отриманого врожаю та його якість. Так, маса 1000 зерен характеризує виповненість зерна і вказує на його величину. Крупніше зерно має більшу масу 1000 зерен; зерно більшої маси має кращі технологічні властивості — вищий вихід готової продукції (борошна, крупи). Біопрепарати сприяли підвищенню маси 1000 зерен до 34,5–38,0 г і зростанню врожайності.

Аверком нова-2, Віолар і Фітовіт сприяли достовірному підвищенню всіх досліджуваних показників якості зерна: вмісту білка, сирої клейковини, скловидності, натури зерна, числа падіння. На основі цих показників отриману продукцію можна віднести до 2-го класу, тоді як на контролі, у варіантах із Аверкомом, Аверкомом нова-1 та за застосування хімічного протруювача Вітавакс 200 ФФ зерно мало характеристики 3-го класу, що є вирішальним для формування цінової політики на зерно пшениці ярої.

ВИСНОВКИ

Отримані результати засвідчили, що поліфункціональні метаболічні біопрепарати

на основі комплексу біологічно активних речовин з ґрунтових стрептоміцетів, з додаванням еліситорів саліцилової кислоти або хітозану, сприяють збільшенню у кореневій зоні чисельності мікроорганізмів основних еколого-функціональних груп, а в рослинних клітинах — активності ензиму фенілаланінаміак-ліази, що своєю чергою демонструє індукцію стійкості рослин до патогенів. Як наслідок, зменшується ураження рослин пшениці ярої кореневими гнилями та фітопаразитичними нематодами — за дії Аверкому нова-2, Віолару і Фітовіту врожайність зерна зростає на 16,9–32,5% порівняно з контролем і на 10,9–25,7% — з варіантом за використання хімічного протруювача Вітавакс 200 ФФ. Поряд із тим покращується якість та зростає класність зерна. Досліджувані метаболічні біопрепарати поєднують в собі антагоністичну активність до фітопатогенних мікроорганізмів і фітонематод, а також властивості регуляторів росту і адаптогенів рослин.

Використання нових поліфункціональних метаболічних біопрепаратів надасть змогу знизити пестицидне навантаження на агроценози, поліпшити екологічний стан та підвищити продуктивність агро-екосистем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Нова стратегія виробництва зернових та олійних культур в Україні / В.Ф. Петриченко, М.Д. Безуглий, В.М. Жук, О.О. Івашенко. — К.: Аграрна наука, 2012. — 48 с.
2. Чабанюк Я.В. Бактерії та біобезпека аграрного виробництва / Я.В. Чабанюк // Екологічна безпека агропромислового виробництва / за наук. ред. О.І. Фурдичка, А.Л. Бойка. — К.: ДІА, 2013. — С. 83–99.
3. Биорегуляция микробно-растительных систем: Монография / Под ред. Г.А. Иутинской, С.П. Пономаренко. — К.: НИЧЛАВА, 2010. — 472 с.
4. Общая и молекулярная фитопатология / Ю.Т. Дьяков, О.Л. Озерецковская, В.Г. Джавахия, С.Ф. Багирова. — М.: Общество фитопатологов, 2001. — 302 с.
5. Biosynthetic activity of soil streptomycetes — antagonists of plan-parasitic nematodes and phytopathogens. / L.O. Biliavska, V.A. Pidlypska, V.Y. Kozyriska, G.A. Iutynska // Proceeding of the 4th European Conference on Biology and Medical Sciences (January 13, 2015). «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. — Vienna, 2015. — P. 10–16.
6. Фітозахисні та рістрегулювальні властивості метаболітних препаратів на основі ґрунтових стрептоміцетів / Л.О. Білявська, В.Є. Козирецька, Ю.В. та ін. // Доповіді НАН України. — 2015. — № 1. — С. 131–137.
7. Application of new microbial plant resistance/plant growth protection inducers for increasing Chinese cabbage plant tolerance against parasitic nematode *Heterodera schachtii* Schmidt / L.O. Biliavska, V.A. Tsygankova, V.Ye. Kozyriska et al. // International Journal of Research in Biosciences. — 2016. — Vol. 5, No. 2. — P. 64–82.
8. Impact of New Microbial PR/PGP Inducers on Increase of Resistance to Parasitic Nematode of Wild and RNAi Transgenic Rape Plants / V.A. Tsygankova, L.O. Biliavska, Ya.V. Andrusovich et al. // Advances in Bioscience and Bioengineering. — 2014. — Vol. 2, No. 1. — P. 66–103.
9. Методики випробування і застосування пестицидів / [С.О. Трибель, Д.Д. Сігарьова, М.П. Секунта ін.]; За ред. С.О. Трибеля. — К.: Світ, 2001. — 448 с.
10. Биологически активные вещества препарата аверком / Л.А. Белявская, В.Е. Козырицкая, Е.В. Валагурова, Г.А. Иутинская // Мікробіологічний журнал. — 2012. — Вип. 74, № 3. — С. 10–15.
11. Методы почвенной микробиологии и биохимии / [Под ред. Д.Г. Звягинцева]. — М.: Изд-во Московского университета, 1991. — 303 с.
12. Агрохімічний аналіз: Підручник / М.М. Гордній, А.П. Лісовал, А.В. Бикін та ін.; за ред. М.М. Горднього. — К.: Артстей, 2005. — 468 с.
13. Поліфункціональні біопрепарати для екологічно безпечних інтегрованих систем захисту і удобрення рослин / [О.В. Шерстобоева, Л.І. Вага, Я.В. Чабанюк та ін.] // Наукові основи сталого розвитку агроєкосистем України. — Т. 1: Екологічна безпека агропромислового виробництва / за наук. ред. О.І. Фурдичка. — К.: ДІА, 2012. — С. 256–320.

REFERENCES

1. Petrychenko V.F., Bezuhlyi M.D., Zhuk V.M., Ivashchenko O.O. (2012). *Nova stratehiia vyrobnytstva zemovykh ta oliynykh kultur v Ukraini* [The new strategy of production of grains and oilseeds in Ukraine]. Kyiv: Ahrarna nauka Publ., 48 p. (in Ukrainian).
2. Furdychko O.I., Boiko A.L., Chabaniuk Ya.V. (2013). *Bakterii ta biobezpeka ahromoho vyrobnytstva* [Bacteria and biosafety agricultural production]. *Ekolohichna bezpeka ahropromysloвого vyrobnytstva* [Ecological safety agroindustrial production]. Kyiv: DIA Publ., pp. 83–99 (in Ukrainian).
3. Iutynska G.A., Ponomarenko S.P. (2010). *Bioregulyatsiya mikrobno-rastitelnykh sistem: Monografiya* [Bioregulation microbial-plant systems: Monograph]. Kiev: Nichlava Publ., 472 p. (in Russian).
4. Dyakov Yu.T., Ozeretskovskaya O.L., Dzhavakhiiya V.G., Bagirova S.F. (2001). *Obshchaya i molekulyarnaya fitopatologiya* [General and molecular phytopathology]. Moskva: Obshchestvo fitopatologov Publ., 302 p. (in Russian).
5. Biliavska L.O., Pidlypska V.A., Kozyriska V.Y., Iutynska G.A. (2015). Biosynthetic activity of soil streptomycetes — antagonists of plan-parasitic nematodes and phytopathogens, Proceeding of the 4th European Conference on Biology and Medical Sciences (January 13, 2015). «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, Vienna, pp. 10–16 (in English).
6. Biliavska L.O., Kozyriska V.Ye., Yu.V. (2015). *Fitozakhysni ta ristregulyvalni vlastyosti metabolichnykh preparativ na osnovi hruntovoy streptomisetiv* [Phytoprotective and growth-regulatory properties of bioformulations on the base of soil streptomycetes metabolites]. *Dopovidi NAN Ukrainy* [Reports of National Academy of Sciences of Ukraine]. No. 1, pp. 131–137 (in Ukrainian).
7. Biliavska L.O., Tsygankova V.A., Kozyriska V.Ye. (2016). Application of new microbial plant resistance/plant growth protection inducers for increasing Chinese cabbage plant tolerance against parasitic nematode *Heterodera schachtii* Schmidt, International Journal of Research in Biosciences, Vol. 5, No. 2, pp. 64–82 (in English).
8. Tsygankova V.A., Biliavska L.O., Andrusovich Ya.V. (2014). Impact of New Microbial PR/PGP Inducers on Increase of Resistance to Parasitic Nematode of Wild and RNAi Transgenic Rape Plants, Advances in Bioscience and Bioengineering, Vol. 2, No. 1, pp. 66–103 (in English).
9. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P. (2001). *Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv*

- [Methods of testing and use of pesticides]. Kyiv: Svit Publ., 448 p. (in Ukrainian).
10. Biliavska L.A., Kozyritskaya V.Ye., Valagurova Ye.V., Iutinskaya G.A. (2012). *Biologicheski aktivnye veshchestva preparata averkom* [Biologically active substances of new microbial preparation Avercom]. *Mikrobiologichiy Zhurnal* [Microbiology journal]. Iss. 74, No. 3, pp. 10–15 (in Russian).
 11. Zvyagintsev D.G. (1991). *Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii* [Methods of Soil Microbiology and Biochemistry]. Moskva: Izdatelstvo Moskovskogo universiteta Publ., 303 p. (in Russian).
 12. Horodnii M.M., Lisoval A.P., Bykin A.V. (2005). *Ahrokhimichnyi analiz: Pidruchnyk* [Agrochemical analysis: Textbook]. Kyiv: Aristei Publ., 468 p. (in Ukrainian).
 13. Furdychko O.I., Sherstoboieva O.V., Vaha L.I., Chabaniuk Ya.V. (2012). *Polifunktsionalni biopreparaty dlia ekolohobezpechnykh intehrovanykh system zakhystu i udobrennia roslyn* [Polyfunctional biological ecologically integrated systems for the protection and fertilizing plants]. *Naukovi osnovy staloho rozvytku ahrosystem Ukrainy. Ekolohichna bezpeka ahropromyslovoho vyrobnytstva* [Scientific basis for sustainable agricultural systems of Ukraine. Environmental safety agroindustrial production]. Kyiv: DIA, Vol. 1, pp. 256–320 (in Ukrainian).

УДК 631.8:632.3:635.64

СИСТЕМНА ДІЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ЗБУДНИКИ БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ РОСЛИН ТОМАТІВ

Ю.В. Коломієць¹, І.П. Григорюк¹, Л.М. Буценко², Л.О. Білявська²

¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

*Біопрепарат Азотофіт, на основі бактерій *Azotobacter chroococcum*, і Фітохелл — *Bacillus subtilis*, проявляли високу антибактеріальну активність до збудника бактеріального раку *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, з діаметром зони відсутності росту у межах 77–80 мм. Біопрепарат Аверком проявляв активніший вплив на збудника бактеріальної крапчастості рослин томатів *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, з діаметром зони відсутності росту 40 мм. Найактивнішими до збудника чорної бактеріальної плямистості *Xanthomonas vesicatoria* виявилися біопрепарати Фітоцид і Фітохелл — на основі бактерій *Bacillus subtilis*.*

Ключові слова: антибактеріальна активність, бактеріальні хвороби, біопрепарати, томати.

Для захисту культурних рослин упродовж вегетаційного періоду від шкочинних організмів застосовують інсектициди і фунгіциди, використання яких не завжди виправдане стосовно фітопатогенних бактерій [1]. Пестициди забруднюють навколишнє природне середовище і спричиняють накопичення в продуктах надлишкових їх кількостей, які перевищують гранично допустимі рівні. Крім того, тривале застосування пестицидів зумовлює адаптацію до них патогенів або комах, що потребує швидкої зміни препаратів, тобто додаткового внесення. Нині одним з пер-

спективних наукових напрямів розв'язання проблеми зменшення енергетичних витрат і забезпечення отримання високоякісної продукції рослинництва є біологізація захисту сільськогосподарських культур від шкідників та хвороб [2].

Основою біологічного методу боротьби з фітопатогенами є використання мікроорганізмів або продуктів їх життєдіяльності для тимчасового обмеження або пригнічення розвитку збудників хвороб. Мікробні біопрепарати для оздоровлення і захисту культурних рослин від несприятливих чинників середовища мають переваги над хімічними пестицидами, що обумовлено їх екологічною безпечністю та систем-

ною імуномодельовальною дією [3]. Біопрепарати на основі живих бактеріальних культур відзначаються низькою токсичністю щодо рослин і широким спектром впливу на фітопатогени. За даними літератури, асоціативні мікроорганізми стимулюють функціональні системи росту і розвитку рослин та виступають антагоністами фітопатогенів [4].

Для отримання бактеріальних препаратів з метою оптимізації продукційного процесу сільськогосподарських культур використовують мікроорганізми родів *Azotobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium* та *Azospirillum*. Мікробні біопрепарати — це живі клітини, селекціоновані за корисними ознаками мікроорганізмів, а також продукти їхнього метаболізму, що містяться в культуральній рідині чи адсорбовані на нейтральному носіїві. Ці препарати є екологічно безпечнішими, оскільки створені на основі мікроорганізмів і виділені із природних об'єктів. У процесі добору культур для моно- або композиційних препаратів віддають перевагу штамам, які продукують біологічно активні речовини (БАР), проявляють фосфатазну активність, фіксують азот атмосфери, гальмують розвиток фітопатогенів і стимулюють системи життєдіяльності рослин [5–7]. Тому ці мікроорганізми здатні конкурувати з аборигенною мікрофлорою і захоплювати екологічні ніші.

Грунтові мікроорганізми в процесі росту і розвитку підвищують родючість ґрунту, вміст поживних речовин, мінералізують органічні сполуки й перетворюють їх у легкозасвоювані рослиною компоненти живлення. Для стимуляції метаболічних процесів застосовують бактеріальні добрива з метою збагачення ризосфери рослин корисними мікроорганізмами. Нині випускають такі бактеріальні добрива: Нітрагін, Ризоторфін, Азотобактерин, Фосфобактерин, Екстрасол тощо. Розроблено комплексні препарати на основі ґрунтових стрептоміцетів для контролю чисельності фітопатогенів та індукції стійкості рослин проти бактеріальних і грибних захворювань, а також шкідників [8]. Створення

біопрепаратів комплексної пролонгованої дії нового покоління, які поєднують властивості біодобрив, фунгіцидів та інсектицидів, уможливує розв'язок широкої палітри проблем біологічного захисту рослин, підвищення якості продукції (овочів, плодів) та родючості ґрунтів [9].

Мета досліджень — вивчити системну дію біологічних засобів захисту на збудники бактеріального раку, чорної бактеріальної плямистості і крапчастості рослин томатів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Як об'єкти дослідження використовували фітопатогенні бактерії *Xanthomonas vesicatoria* (Doidge, 1920) штам 9098 (Vauterin et al., 1995) з колекції відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України (ІМВ); *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith, 1910) штамми P8, P12, P73, P110, P115, CFBR 4999 (Davis et al., 1984) і *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe, 1933) штамми Dappg-4 213, Pst-2, Pst-120, PstBB-9 (Young et al., 1978), які отримано з Інституту пестицидів та захисту рослин Сербії.

Дію біопрепаратів (таблиця) на фітопатогенні бактерії досліджували в лабораторних умовах методом дифузії в агар [10]. У чашки Петрі із застиглим картопляним агаром у лунки, зроблені пробковим свердлом у центрі, стерильними змінними носиками вносили біопрепарат у концентраціях, рекомендованих виробником, і радіально підсівали одностовову суспензію бактерій титром 10^9 КУО/мл. Чашки інкубували впродовж 48 год у термостаті при температурі повітря $28 \pm 1^\circ\text{C}$. Ступінь антибактеріальної активності біопрепаратів встановлювали за діаметром зони відсутності росту тест-культур фітопатогенних бактерій. Якщо вони були більшими ніж 40 мм, препарат вважали високоактивним, 15–40 — середньоактивним, 10–15 мм — слабоактивним. Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою пакета прикладних програм STATISTICA v.6.0.

Характеристика біопрепаратів експериментальних досліджень

Препарат	Діюча речовина	Виробник
Фітохелп	Концентрована суміш природних бактерій <i>Bacillus subtilis</i> ($4 \cdot 10^9$ КУО/см ³), мікро- і макроелементи, біологічно активні продукти (БАП) життєдіяльності мікроорганізмів	БТУ-центр, Україна
Фітоцид	Живі клітини і спори природної ендоефітної бактерії <i>Bacillus subtilis</i> ($1 \cdot 10^9$ – $4 \cdot 10^9$ КУО/см ³) та їх активні метаболіти	БТУ-центр, Україна
Екстрасол	Штам ризосферних, азотфіксувальних бактерій <i>Bacillus subtilis</i> Ч-13 ($1 \cdot 10^8$ КУО/мл ³)	ТОВ «Бісолбі-Інтер», Росія
Планріз	Культуральна рідина ризосферних бактерій <i>Pseudomonas fluorescens</i> AP-33 ($5 \cdot 10^9$ КУО/мл ³) та біологічно активні речовини (БАР)	ТОВ «Центр Біотехніка», Україна
Гаупсин	Культуральна рідина двох штамів ґрунтових бактерій <i>Pseudomonas aureofaciens</i> ($4,5 \cdot 10^9$ КУО/см ³) та БАР	ТОВ «Центр Біотехніка», Україна
Аверком	Антипаразитарний антибіотик авермектин (100 мкг/мл) та комплекс біологічно активних метаболітів (БАР) продуцента штаму <i>Streptomyces avermitilis</i> УКМ Ас-2179	ІМВ ім. Д.К. Заболотного НАН України
Аверком нова	Антипаразитарний антибіотик авермектин (50 мкг/мл), супернатант культуральної рідини з комплексом метаболітів продуцента <i>Streptomyces avermitilis</i> УКМ Ас-2179 та хітозан	ІМВ ім. Д.К. Заболотного НАН України
Біолар	Антрациклінові антибіотики та комплекс БАР продуцента <i>Streptomyces violaceus</i> УКМ Ас-2191	ІМВ ім. Д.К. Заболотного НАН України
Фітовіт	Полієнові антибіотики та комплекс БАР продуцента <i>Streptomyces netropsis</i> УКМ Ас-2186	ІМВ ім. Д.К. Заболотного НАН України
Азотофіт	Клітини природної азотфіксувальної бактерії <i>Azotobacter chroococcum</i> ($1 \cdot 10^9$ КУО/см ³), макро- та мікроелементи, БАП життєдіяльності бактерій	БТУ-центр, Україна

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Біопрепарати Фітохелп, Фітоцид і Екстрасол, на основі бактерій *Bacillus subtilis*, мали різну антибактеріальну активність до тест-культур, що обумовлено особливостями штамів, титром клітин та концентрацією біологічно активних продуктів (БАП) життєдіяльності мікроорганізмів. Біопрепарати Фітохелп і Фітоцид проявляли високу антибактеріальну активність до збудників бактеріального раку *S. michiganensis* subsp. *michiganensis* та чорної бактеріальної плямистості *X. Vesicatoria* — діаметр зони відсутності росту варіював у межах 70–80 мм (рис. 1, 3). Щодо штамів *S. michiganensis* subsp. *michiganensis* і *X. Vesicatoria*,

за дії мікробіологічного препарату Екстрасол такий діаметр не перевищував 40 мм. Найактивнішим до збудника бактеріальної крапчастості томатів *P. syringae* pv. *tomato* виявився мікробний препарат Екстрасол — діаметр зони відсутності росту становив 20–26 мм (рис. 2).

Антагоністичну активність бацил до фітопатогенів зумовлено синтезом антибіотиків, токсинів, летких органічних сполук, фітогормонів та інших екзометаболітів. Визначальне місце в прояві антагонізму належить комплексу літичних ферментів бактерій роду *Bacillus*, які руйнують зв'язки в структурі пептидоглікану клітинних стінок грампозитивних і грамнегативних бактерій.

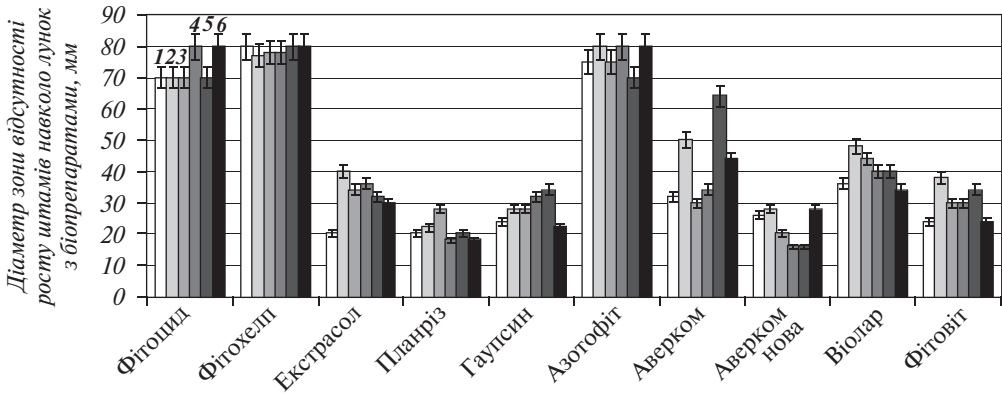


Рис. 1. Антибактеріальна активність біопрепаратів до збудника бактеріального раку рослин томатів *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*: 1 – P8; 2 – P12; 3 – P73; 4 – P110; 5 – P115; 6 – CFBP 4999

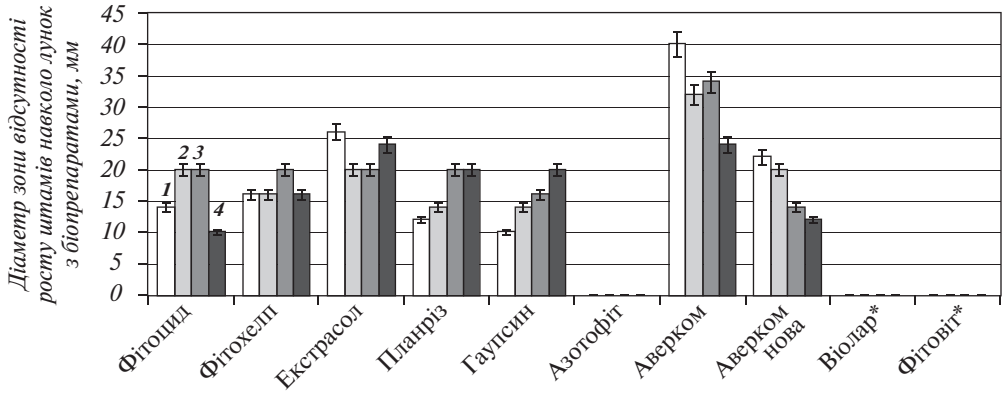


Рис. 2. Антибактеріальна активність біопрепаратів до збудника бактеріальної крапчастості рослин томатів *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*: 1 – Pst-2; 2 – Pst-120; 3 – Dappg-4 213; 4 – PstBB-9; * – відсутність активності

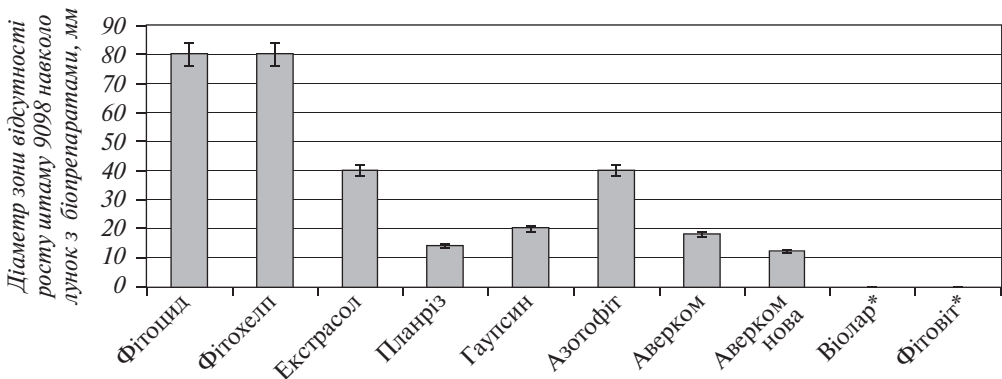


Рис. 3. Антибактеріальна активність біопрепаратів до збудника чорної бактеріальної плямистості *Xanthomonas vesicatoria*: * – відсутність активності

У наших експериментах антибактеріальною активністю відзначалися препарати на основі стрептоміцетів — Аверком, Аверком нова, Віолар і Фітовіт, які синтезують антибіотичні речовини різної хімічної природи, що активні до широкого спектра мікроорганізмів та грибів [10]. Препарати на основі бактерій роду *Streptomyces* відзначаються низкою переваг щодо фітопатогенних мікроорганізмів, зокрема вибірковістю дії і високою активністю до фітопатогенів за низьких концентрацій, що дає змогу уникнути їх надлишкового накопичення у плодах томатів. Порівняно з хімічними препаратами, вони інтенсивніше проникають і метаболізуються в тканинах рослин через листову поверхню, стебла і корені, характеризуються меншою токсичністю, швидко розкладаються, не забруднюють довкілля та є ефективнішими від більшості фунгіцидів щодо дії на рослини. Зони відсутності росту штамів *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* за дії препаратів Аверком, Аверком нова, Віолар і Фітовіт становили 16–50 мм (рис. 1). Біопрепарати Фітовіт і Віолар були інертними до збудників бактеріальної крапчастості томатів *P. syringae* pv. *tomato* (штами Darrp-4 213, Pst-2, Pst-120 й PstBB-9) та чорної бактеріальної плямистості *X. vesicatoria* (штам 9098) (рис. 2, 3).

Фітовіт і Віолар відносяться до біопрепаратів четвертого покоління — індукторів системної стійкості рослин проти фітопатогенів. Використання таких полікомпонентних метаболічних біопрепаратів для підвищення резистентності клітин має низку переваг над біоцидами, тому що базується на індукції природних механізмів захисту рослин. Так, стійкість рослин є системною і доволі тривалою, оскільки захисні системи залучаються до контакту з патогеном (грибами, вірусами, бактеріями, а також фітонематодами). До того ж включення захисних механізмів спричиняє малоймовірну адаптацію фітопатогенів до імунізованих рослин [8].

Нашими дослідженнями проведено порівняльну оцінку антибактеріальної активності біопрепаратів Азотофіт — на основі

азотфіксувальних бактерій та Планріз і Гаупсин — на основі бактерій, що стимулюють ріст рослин (plant growth-promoting rhizobacteria — PGPR-бактерій).

Застосування PGPR-бактерій є одним із біологічних засобів підвищення врожайності культурних рослин, оскільки вони стимулюють їх ріст і розвиток шляхом фіксації молекулярного азоту атмосфери, синтезу фітогормонів, оптимізації водного і мінерального живлення, а також пригнічення розвитку фітопатогенів завдяки синтезу речовин бактерицидної та фунгіцидної дії.

Біопрепарат Азотофіт, на основі клітин азотфіксувальних бактерій *Azotobacter chroococcum*, продемонстрував високу антибактеріальну активність до збудника бактеріального раку *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*, з діаметром зони відсутності росту 75–80 мм (рис. 1). Препарат був середньоактивним до збудника чорної бактеріальної плямистості *X. vesicatoria* і не проявляв активності до збудника бактеріальної крапчастості рослин томатів *P. syringae* pv. *tomato* (рис. 2, 3).

Біопрепарати Планріз і Гаупсин на основі бактерій *Pseudomonas* були середньоактивними до штамів *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* і слабоактивними до *P. syringae* pv. *tomato* та *X. vesicatoria*. Антагоністичний вплив PGPR *Pseudomonas* на фітопатогени відбувається внаслідок синтезу сидерофорів, антибіотиків та інших вторинних метаболітів і простої конкуренції псевдомонасів і фітопатогенів за існування джерел азотного та вуглецевого живлення.

Отже, досліджувані нами мікробні біопрепарати є активнішими до збудника бактеріального раку *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*. У перспективі, в клітинах антагоністів необхідно вести цілеспрямований пошук речовин, які здатні підвищувати стійкість рослин томатів проти збудників бактеріальних хвороб.

ВИСНОВКИ

Біопрепарати Азотофіт, на основі бактерій *Azotobacter chroococcum*, і Фітохелп — *Bacillus subtilis*, проявляли високу анти-

бактеріальну активність до збудника бактеріального раку *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*, з діаметром зони відсутності росту 77–80 мм. Авермектинвімісні біопрепарати Аверком і Аверком нова проявляли антибактеріальну активність до збудників бактеріального раку, чорної бактеріальної плямистості та крапчастості рослин томатів. У процесі вивчення ефективності біопрепаратів Аверком і його модифікації Аверком нова, а також Віолар й Фітовіт встановлено стимулювальну їх дію на розвиток і активність мікроорганізмів у ризосфері, зниження чисельності фітонематод у ґрунті та рівня захворюваності рослин

томатів на фітофтороз. Також відзначено посилення процесів росту, розвитку і підвищення врожайності та якості продукції рослин томатів. Найактивнішими до збудника чорної бактеріальної плямистості *X. vesicatoria* були біопрепарати Фітоцид і Фітохелп, на основі бактерій *Bacillus subtilis*. Підтверджено антагоністичну активність бактерій родів *Bacillus*, *Streptomyces* до фітопатогенних бактерій, а біопрепарати на їх основі рекомендовано застосовувати для обмеження розвитку збудників бактеріального раку, чорної бактеріальної плямистості та крапчастості рослин томатів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коломієць Ю.В. Ефективність впливу фунгіцидів на збудників бактеріальних хвороб томатів / Ю.В. Коломієць, І.П. Григорюк, Л.М. Буценко // Вісник аграрної науки. — 2015. — № 10. — С. 21–24.
2. Екологічна безпека агропромислового виробництва: монографія / за науковою редакцією акад. О.І. Фурдичка, А.Л. Бойка. — К.: ТОВ «ДІА», 2013. — 146 с.
3. Fravel D.R. Commercialization and implementation of biocontrol / D.R. Fravel // Annual Review of Phytopathology. — 2005. — Vol. 43. — P. 337–359.
4. Мікробні препарати в землеробстві. Теорія і практика: монографія / за ред. В.В. Волкогонна. — К.: Аграрна наука, 2006. — 312 с.
5. Шерстобоева О.В. Біорізноманіття та антагоністична активність бактерій роду *Azotobacter* у ґрунтах Лісостепу України / О.В. Шерстобоева, Л.І. Вага // Агроекологічний журнал. — 2012. — № 1. — С. 61–63.
6. Биорегуляция микробно-растительных систем:

- монографія / Под ред. Г.А. Иутинской, С.П. Пonomarenko. — К.: НІЧЛАВА, 2010. — 472 с.
7. 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.
 8. Фітозахисні та ристрегулювальні властивості метаболітичних препаратів на основі ґрунтових стрептоміцетів / Л.О. Білявська, В.Є. Козирицька, Ю.В. Коломієць та ін. // Доп. НАН України. — 2015. — № 1. — С. 131–137.
 9. Мурудова С.С. Комплексные микробные препараты. Применение в сельскохозяйственной практике / С.С. Мурудова, К.Д. Давранов // Biotechnologia Acta. — 2014. — Vol. 7, No. 6. — P. 92–101.
 10. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках: учебник. — 6-е изд., перераб. и доп. / Н.С. Егоров. — М.: Наука, 2004. — 528 с.

REFERENCES

1. Kolomiets Yu.V., Hryhoriuk I.P., Butsenko L.M. (2015). *Efektivnist vplyvu funhitsydiv na zbudnykiv bakterialnykh khvorob tomativ* [Effectiveness of fungicides impact on bacterial diseases of tomatoes] *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], No. 10, pp. 21–24 (in Ukrainian).
2. Furdychko O.I., Boiko A.L. (2013). *Ekolohichna bezpeka ahropromyslovoho vyrobnytstva: monohrafiia* [Environmental safety agroindustrial production: monograph]. Kyiv: TOV DIA Publ., 146 p. (in Ukrainian).
3. Fravel D.R. (2005). Commercialization and implementation of biocontrol. *Annual Review of Phytopathology*, Vol. 43, pp. 337–359 (in English).
4. Volkohon V.V. (2006). *Mikrobnii preparaty v zemlerobstvi. Teoriia i praktyka: monohrafiia* [Microbial preparations in agriculture. Theory and practice:

- Monograph]. Kyiv: Ahrarna nauka Publ., 312 p. (in Ukrainian).
5. Sherstoboieva O.V., Vaha L. (2012). *Bioriznomanittia ta antahonistychna aktyvnist bakterii rodu Azotobacter u hruntakh Lisostepu Ukrainy* [Biodiversity and antagonistic activity of bacteria of the genus *Azotobacter* in soils of forest-steppe zone of Ukraine]. *Ahroekolohichnyi zhurnal* [Agroecological journal], No. 1, pp. 61–63 (in Ukrainian).
 6. Iutinskaya G.A., Ponomarenko S.P. (2010). *Bioregulyatsiya mikrobno-rastitelnykh sistem: Monohrafiya* [Bioregulation of Microbial-plant Systems Monograph]. Kiev: Nichlava Publ., 472 p. (in Russian).
 7. Perez-Garcia A., Romero D., Vicente A. (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).
8. Biliavska L.O., Kozyrytska V.Ye., Kolomiets Yu.V., Babych O.A., Iutynska H.O. (2015). *Fitozakhysni ta ristrehuliuvalni vlastyvositi metabolitnykh preparativ na osnovi hruntovykh streptomitsetiv* [Phytoprotective and growth-regulatory properties of metabolic bioformulations on the base of soil streptomycetes] *Dopovidi NAN Ukrainy* [Reports of NAS of Ukraine]. No. 1, pp. 131–137 (in Ukrainian).
 9. Murudova S.S., Davranov K.D. (2014). *Kompleksnye mikrobynye preparaty. Primenenie v selskokhozyaystvennoy praktike* [Complex microbial agents. The use of agricultural practices]. *Biotechnologia Acta*. No. 6, pp. 92–101 (in Russian).
 10. Egorov N.S. (2004). *Osnovy ucheniya ob antibiotikakh* [Fundamentals of theory of antibiotics] Moskva: Izdatelstvovo MGU; Nauka Publ., 528 p. (in Russian).

УДК 633.15: 633.25:631.51

ВПЛИВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ НА ОСУШУВАНИХ ҐРУНТАХ ЛІСОСТЕПУ

І.Т. Слюсар, Л.В. Богатир

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Наведено ефективність основного обробітку ґрунту і добрив у формуванні продуктивності кукурудзи на осушуваних органоґенних ґрунтах Лісостепу. Найнижчу врожайність зеленої маси кукурудзи зафіксовано на ділянках без удобрення, що становила за оранки на глибину 25–27 см — 48,5 т/га, за дискування на 10–12 см — 44,7 і за нульового обробітку (внесення гербіциду) — 41,9 т/га. Встановлено, що найефективнішим основним обробітком під кукурудзу на сілос була оранка на глибину 25–27 см, що забезпечувало врожайність за повного мінерального удобрення на рівні 87,9 т/га; а із застосуванням дискування на 10–12 см як основного обробітку отримали доволі високу врожайність сілосної маси кукурудзи — 89,3 т/га, що майже не поступалася показникам урожайності за оранки на 25–27 см.

Ключові слова: осушені ґрунти, торфовища, основний обробіток ґрунту, добрива, кукурудза.

Обробіток ґрунту є однією з найважливіших складових системи землеробства. Тільки шляхом механічної дії на ґрунт робочими органами машин та знарядь можна створити сприятливі умови водного, повітряного та поживного режимів для росту і розвитку сільськогосподарських культур, особливо це стосується органоґенних ґрунтів.

Попередні дослідження свідчать, що на добре осушених ґрунтах найінтенсивніша мінералізація торфу спостерігається після оранки на глибину 30–35 см із наступним застосуванням дискування скиби [1, 2]. У сучасному землеробстві намітилась тенденція до мінімізації обробітку ґрунту, що

обумовлено енергетичною кризою, необхідністю зниження собівартості продукції, зростанням континентальності клімату, розвитком деградаційних процесів. Для вирішення цих питань однією з найефективніших систем вважають *no-till* (нульовий обробіток), проте існують різні дані щодо впливу обробітку на продуктивність сільськогосподарських культур та родючість ґрунту.

Значний вклад у розробку теоретичних основ мінімізації обробітку ґрунту завдяки технологій *no-till* внесли вчені США, які за більшістю показників позитивно оцінюють цей захід. До позитивів такої технології К. Кроветто [3] відносить і те, що вона забезпечує підвищення біологічної активно-

сті ґрунту та сприяє утворенню макропор, завдяки чому коріння легше проникає в глибші шари ґрунту. Разом з тим низка вчених наголошує і на недоліках цієї технології. Зокрема, Д.Р. Гріффіт [4, 5] зауважує, що врожайність кукурудзи за технології *no-till* знижується порівняно з традиційною на 14%, а соящика — на 8%, натомість Д. Рейкоскі та К.Е. Секстон [6] впевнені, що саме за новітньої технології з часом можна підвищити продуктивність орних земель і уникнути або звести до мінімуму загрозу парникового ефекту на нашій планеті. До того ж на осушуваних органо-генних ґрунтах обробіток ґрунту має значний вплив на інтенсивність мінералізації органічної маси [7].

Мета роботи — дослідити і виявити вплив основного обробітку та внесених добрив на загальну родючість осушуваних староорних торфових ґрунтів Лісостепу для отримання високої та стабільної врожайності кукурудзи на силос.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2013–2015 рр. на осушуваних торфовищах Панфільської дослідної станції ННЦ «Інститут землеробства НААН» (заплава р. Супій, Яготинського р-ну Київської обл.). Схема досліді передбачала такі способи основного обробітку ґрунту: нульовий обробіток (внесення раундапу — 5 кг/га), дискування на 10–12 см, оранка на 25–27 см; для обробітку ґрунту застосовували таку схему внесення добрив: без добрив (контроль), Гумісол, Реаком, K_{90} , $P_{45}K_{120}$, $N_{45}P_{45}K_{120}$, $N_{45}P_{45}K_{120}$ + Реаком.

Для руйнування дернини застосовували дворазове фрезювання з інтервалом 10–14 діб фрезою ФБН-1,5 восени. З настанням технологічної стиглості ґрунту під обробіток весною здійснювали дискування ґрунту дисками БДТ-3 на глибину 10–12 см. Оранку проводили на глибину 25–27 см плугом ПБН-3-35 в агрегаті із зубовими боронами. Передпосівна підготовка ґрунту передбачала його ущільнення водоналивними котками. Проведення сівби кукурудзи проводили у другій декаді травня, коли

ґрунтові води опускаються до 60–80 см, а ґрунт прогрівається до 10–12°C. Спосіб сівби кукурудзи — широкорядний, із шириною міжрядь 0,7 м. Глибина загортання насіння — 4–5 см. Норма висіву зерна — 65 тис. схожих насінин. У досліді використовували гібрид кукурудзи Остреч СВ (ФАО — 190).

Мінеральні добрива вносили згідно зі схемою досліді, до сівби кукурудзи, у формі гранульованого суперфосфату, калій магnezії та аміачної селітри, а азотні добрива після сходів. Гумісол (органічне рідке добриво) і Реаком (хелатне рідке добриво) вносили під час вегетації культури, безпосередньо на рослини, починаючи з фази 3–4 листків з інтервалом у 10 діб.

Торф дослідної ділянки — глибокий (2,4–2,5 м), карбонатний, рогово-осокового ботанічного складу, з високим ступенем розкладу (64–69%). Підстильна порода — оглеєні алювіальні легкі суглинки. За агрофізичними властивостями торф має щільність 0,215 г/см³, повну вологемність 270–283%, зольність — 40; валовий уміст азоту — 1,3–2,0; фосфору — 0,76–0,92; калію — 0,09–0,15; кальцію — 20–26%; рН_{вод.} — 7,0–7,5. Посівна площа становила 33 м², облікова — 25 м², повторність досліді — триразова. Закладення дослідів, їх проведення, облік урожаю здійснювали за методикою Б.А. Доспехова [8].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У 2013 р. середня місячна температура повітря за вегетацію становила — 17,3°C, що перевищило норму на 1,8°C, атмосферні опади були вищими від норми на 54,7 мм. Наприкінці вегетації в період дозрівання кукурудзи інтенсивність випадання опадів посилювалася, що ускладнювало збирання врожаю. В 2014 р. була рання весна, яка сприяла інтенсивнішому опусканню рівня ґрунтових вод, що створювало сприятливі умови для посіву кукурудзи, але зливові дощі на початку травня спричинили затримання термінів посіву кукурудзи. Загалом, за вегетаційний період температура повітря перевищувала норму на 1,8°C, а опадів випало на 23 мм менше від норми. У 2015 р.

середньомісячна температура за період вегетації становила 19,5°C, що на 1,9°C вище від середньобогаторічних, а опадів випало на 57,4 мм менше від норми.

Регулювання водного режиму здійснювалося за допомогою Супійської осушувально-зволожувальної системи. Середнє залягання ґрунтових вод з квітня до жовтня було у межах 80–125 см від поверхні ґрунту. Вологість кореневмісного шару ґрунту варіювала у межах 61–70% від повної вологості. Застосування різноманітних способів основного обробітку ґрунту мало вплив на формування різної вологості. Так, за оранки і нульового обробітку вологість у 0–10 см шарі мала різницю близько 10%, а в 0–30 см — всього 2–5%, що насамперед обумовлено інтенсивним капілярним живленням від неглибокого залягання ґрунтових вод.

Темпи приросту рослин у висоту як в абсолютних, так і у відносних показниках істотно змінювалися залежно від зовнішніх умов. У перші 15 днів після появи сходів середньодобовий приріст був доволі інтенсивним — 1,2–2,4 см, у наступні один-два

тижні, навпаки, помітно зменшується — до 0,2 см за добу. У цей період відбувається формування вузлових коренів, і тому ріст у висоту сповільнюється. В подальшому темпи росту знову поступово підвищувалися і досягали максимуму, як правило, за 7–10 днів до викидання волоті.

Найінтенсивніший приріст у висоту за всіх варіантів удобрення та обробітку спостерігався в період від фази появи п'ятого листка до фази цвітіння. Вчені відзначають зниження темпів росту рослин, і навіть зупинення, у висоту після цвітіння волоті [7].

Нашими дослідженнями встановлено різний вплив основного обробітку ґрунту та внесення мінеральних добрив на формування висоти рослин кукурудзи. Так, за внесення калійних добрив (K₉₀), залежно від основного обробітку ґрунту, значення цього показника варіювало у межах 221–245 см (рис. 1), тоді як на неудобрених ділянках ледь досягало 210 см. Застосування в системі удобрення рідких органічних мікродобрив Гумісол та хелатного добрива Реаком безпосередньо на вегетативну масу

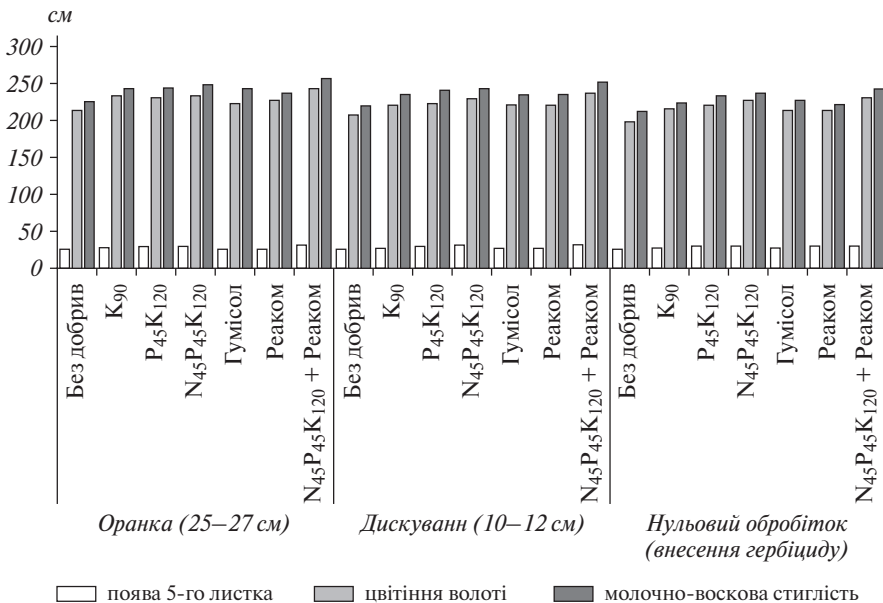


Рис. 1. Висота посівів кукурудзи залежно від основного обробітку та удобрення, середнє за 2013–2015 рр.

Вплив основного обробітку та удобрення на врожайність силосної маси кукурудзи, т/га

Удобрення	2013 р.	2014 р.	2015 р.	Середнє	Приріст
Оранка 25–27 см					
Без добрив	41,8	53,8	49,9	48,5	–
K ₉₀	58,7	81,4	68,3	69,5	21
P ₄₅ K ₁₂₀	64,0	92,7	88,5	81,7	33,2
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₂₀	78,2	95,3	90,2	87,9	39,4
Гумісол	51,9	58,1	56,0	55,3	6,8
Реаком	51,2	59,6	61,4	57,4	8,9
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₂₀ + Реаком	83,1	97,2	110	96,7	48,2
Дискування 10–12 см					
Без добрив	42,5	48,8	50,9	47,4	–
K ₉₀	50,4	75,9	68,0	64,9	17,5
P ₄₅ K ₁₂₀	62,0	86,9	85,2	78,0	30,6
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₂₀	72,4	95,1	90,1	85,2	37,8
Гумісол	45,2	52,5	56,3	51,3	3,9
Реаком	43,2	47,2	58,9	49,7	2,3
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₂₀ + Реаком	73,2	96,8	98,0	89,3	41,9
Нульовий обробіток (внесення гербіциду)					
Без добрив	38,5	44,7	42,6	41,9	–
K ₉₀	47,3	66,1	64,1	59,1	17,2
P ₄₅ K ₁₂₀	60	74,6	72,4	68,8	26,9
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₂₀	67,4	84,2	80,3	77,3	35,4
Гумісол	39,4	45,7	44,6	43,2	1,3
Реаком	39,7	57,9	46,8	48,1	6,2
N ₄₅ P ₄₅ K ₁₂₀ + Реаком	69,3	91,3	88,4	83,0	41,1
НІР ₀₅	4,2	4,8	4,0	–	–

не мало очікуваного впливу на покращення ростових функцій та формування репродуктивних органів кукурудзи – процес нічим не відрізнявся від контрольних ділянок. Слід зауважити, що за внесення повного мінерального удобрення та різних систем обробітку ґрунту накопичувалося на 20% більше вегетативної маси рослин порівняно з варіантами без унесення добрив.

На ріст та розвиток рослин вплив мав і основний обробіток ґрунту. Найслабший розвиток рослин спостерігався за нульового обробітку ґрунту – у середньому 226 см. Натомість, проведення дискування ґрунту на 10–12 см під кукурудзу сприяло покращенню ростових процесів кукурудзи і забезпечувало підвищення висоти рослин порівняно з нульовим обробітком на 6%, а

за оранки висота рослин у середньому була вищою на 11% відповідно.

Умови живлення кукурудзи на силос та спосіб обробітку ґрунту значною мірою визначають рівень її врожайності (табл.). Найнижчу врожайність зеленої маси кукурудзи, в середньому за роки досліджень, отримали на ділянках без удобрення, а саме: за оранки – 48,5 т/га (8,68 к. од.), за дискування на глибину 10–12 см – 44,7 (9,19), за хімічного удобрення – 41,9 т/га (6,93 к. од.) (рис. 2).

Із внесенням K₉₀, за нульового обробітку ґрунту, приріст урожайності зеленої маси кукурудзи становив 17,2 т/га, а за оранки 25–27 см та дискування на 10–12 см – 17,5–21 т/га порівняно з ділянками без внесення добрив.

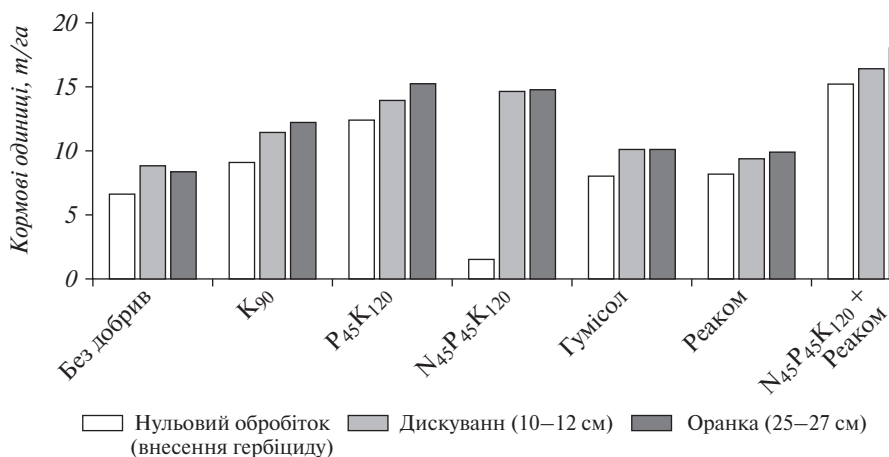


Рис. 2. Обсяги збору кормових одиниць кукурудзи на силос залежно від основного обробітку та удобрення

Результати досліджень свідчать про приріст вегетативної маси кукурудзи від внесення P₄₅K₁₂₀ та N₄₅P₄₅K₁₂₀ — відповідно у 1,5 і 2 рази порівняно з неудобреними ділянками. Так, максимальну врожайність силосної маси кукурудзи отримали за оранки та внесення повного мінерального добрива в поєднанні з хелатним мікродобривом (N₄₅P₄₅K₁₂₀ + Реаком), що становило 96,7 т/га, або 18,48 к. од., відповідно приріст урожайності становив 48,2 т/га порівняно з неудобреними ділянками. Слід зауважити, що за цих умов і застосування дискування на 10–12 см як основного обробітку отримали доволі високу врожайність силосної маси кукурудзи — 89,3 т/га, яка фактично не поступалася показникам урожайності за оранки. Завдяки застосуванню рідкого органічного добрива Гумісол приріст урожайності за дискування та оранки становив 3,9–6,8 т/га силосної

маси порівняно з контролем, тоді як за нульового обробітку лише — 1,3 т/га.

ВИСНОВКИ

Найефективнішим основним обробітком староорного карбонатного торфовища під кукурудзу на силос була оранка на глибину 25–27 см, що забезпечувало приріст урожайності силосної маси на 2,7 та 10,6 т/га за повного мінерального удобрення порівняно з дискуванням та нульовим обробітком відповідно.

Найбільший вплив на формування силосної маси кукурудзи мало внесення повного мінерального добрива (N₄₅P₄₅K₁₂₀) у поєднанні з Реакомом незалежно від основного обробітку ґрунту. Внесення лише Гумісолу або Реакому забезпечувало приріст урожайності силосної маси на рівні: за оранки — 6,8–8,9 т/га; дискування — 3,9–2,3; нульового обробітку — 1,3–6,2 т/га.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сайко В.Ф. Системи обробітку ґрунту в Україні / В.Ф. Сайко, А.М. Малієнко. — К.: ЕКМО, 2007. — 44 с.
2. Слюсар І.Т. Корми з осушувального гектара / І.Т. Слюсар, М.І. Штакал, М.К. Царенко. — К.: Аграрна наука, 1998. — 166 с.
3. Кроветто К. Технологія *no-till*, стерня і живлення ґрунту / К. Кроветто // Пропозиція. — 2005. — № 1. — С. 72–74.
4. Сайко В.Ф. Мінімальний та нульовий обробітки ґрунту, стан і перспективи їх запровадження в Україні / В.Ф. Сайко, А.М. Малієнко // Посібник українського хлібороба: Науково-виробничий щорічник. — К.: Урожай, 2009. — С. 178–188.
5. Реагирование культур на системы обработки почвы / Д.Р. Гриффт, Д.Ф. Монкриф, Д.Д. Эккерт

- и др.; Перев. с англ. Т. Марьямс // Системы и методы рационального земледелия. — М., 1998. — С. 43–53.
6. Рейкоски Д. Преимущества системы *no-till* в рамках почвозащитного земледелия / Д. Рейкоски, К.Е. Секстон; перев. с англ. // Посів по *no-till* технології. — Днепропетровск, 2007. — С. 21–32.
7. Слюсар І.Т. Природоохоронне використання осушуваних органогенних ґрунтів гумідної зони України / І.Т. Слюсар, О.П. Соляник // Вісник Львівського національного аграрного універси-

тету. — 2013. — № 17 (1). — С. 29–36. — (Серія: Агрономія).

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. — [3-е изд., испр. и доп.]. — М.: Колос, 1973. — 236 с.
9. Особливості сучасних світових технологій вирощування кукурудзи / С.В. Кліщенко, О.Л. Зозуля, Л.М. Єрмакова, Р.Т. Івановська. — К., 2006. — 112 с.

REFERENCES

- Sayko V.F, Maliienko A.M. (2007). *Systemy obrobitku ґruntu v Ukraini* [Tillage systems in Ukraine]. Kyiv: VD «ЕКМО» Publ., 44 p. (in Ukrainian).
- Slyusar I.T., Shtakal M.I., Tsarenko M.K (1998). *Kormy z osushwanoho hektara* [Foods with irrigated hectare]. Kyiv: «Ahrarna nauka» Publ., 166 p. (in Ukrainian).
- Krovetto K. (2005). *Tekhnolohiia no-till, sternia i zhyvlennia* [Technology *no-till*, soil stubble and power]. Propozytsiya Publ., No. 1, pp. 72–74 (in Ukrainian).
- Saiko V.F, Maliienko A.M. (2009). *Minimalnyi ta nulovyi obrobitky ґruntu, stan i perspektyvy yikh zaprovadzhen v Ukraini* [The minimum and zero tillage and prospects of their implementation in Ukraine] *Posibnyk ukraïnskoho khliboroba. Naukovo-vyrbnychnyi shchorichnyk* [Ukrainian farmer. Scientific vyrbnychnyy yearbook], Kyiv: Urozhai Publ., pp. 178–188 (in Ukrainian).
- Griffit D.R., Monkriif D.F., Ekkert D.D, Suan D.B., D.D.Braytbakh (1998). *Reagirovaniie kultur na sistemy obrabotki pochvy* [Responding crops on tillage systems]. *Sistemy i metody ratsionalnogo zemlepolzovaniia* [Systems and methods of land management]. M., pp. 43–53 (in Russian).
- Reykosky D., Sekston K.Ye. (2007). *Preimushchestva sistemy no-till v ramkakh pochoozashchitnogo zemledeliia* [The benefits of *no-till* systems in the framework of conservation agriculture]. *Posiv po tekhnolohy no-till tekhnolohiyi* [Planting technology in *no-till* technology]. Dnepropetrovsk, pp. 21–32 (in Russian).
- Sliusar I.T., Solianyk O.P (2013). *Pryrodookhoronne vykorystannia osushwanykh orhanohennykh ґruntiv humidnoi zony Ukrainy* [Environmental drained organic soils use humid zone Ukraine]. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnogo Ahrarnoho universytetu: ahronomiia* [Visnyk of Lviv National Agrarian University: agronomy]. No. 17(1), pp. 29–36 (in Ukrainian).
- Dospikhov B.A (1973). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)* [Methods of field experience (with the fundamentals of statistical processing of the results of research)]. Moskva: Kolos Publ., 236 p. (in Russian).
- Klishchenko S.V., Zozulya O.L, Yermakova L.M., Ivanovska R.T. (2006). *Osoblyvosti suchasnykh svitovykh tekhnolohii vyroshchuvannia kukurudzy* [Features modern world technologies of corn]. Kyiv, 112 p. (in Ukrainian).

ОСОБЛИВОСТІ ЗИМОСТІЙКОСТІ ТА СПОСОБИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ МОРОЗОСТІЙКОСТІ ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

В.І. Дубовий, С.М. Парфенюк

Житомирський національний агроекологічний університет

Проаналізовано проблеми зимостійкості озимих зернових культур (пшениця, жито, тритикале) та способи оцінки морозо- та зимостійкості озимих зернових культур. На основі отриманих результатів запропоновано удосконалений спосіб екологічної оцінки та добору рослин за морозо-, зимостійкістю озимих зернових культур з урахуванням температурно-світлових чинників у період осінньої вегетації, даних моніторингу та особливостей перезимівлі у спеціально створених екстремальних природних умовах. Дослідження проводили в умовах Лісостепу України (Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла) та Полісся (Житомирський національний агроекологічний університет).

Ключові слова: морозо-, зимостійкість, озимі зернові культури (пшениця, жито, тритикале), екстремальні природні умови, паперові рулони, ґрунтові ванни.

Вирішальними чинниками впливу на рівень готовності озимих культур до перезимівлі є температурні і світлові умови в період осінньої вегетації, а також різні технологічні чинники, що визначають активність метаболізму в період входження рослин у зиму. Важливе значення для виживання озимих культур має здатність генетично обумовленої спроможності сорту протистояти дії несприятливих чинників та особливості різних агроекологічних систем, в яких його вирощують.

У деякі роки пошкодження посівів набуває катастрофічного характеру. Незважаючи на багаторічні зусилля багатьох учених, вагомих практичних успіхів у розв'язанні цієї проблеми досі не досягнуто. Це потребує пошуку нових або удосконалення існуючих концепцій щодо морозо-, зимостійкості озимих зернових культур, вдосконалення системи моніторингу і прогнозування перезимівлі рослин, а також способів екологічної оцінки морозостійкості озимих зернових культур.

Як відомо, кожна із зон вирощування озимих зернових культур у країнах СНД та інших регіонах світу має специфічні критерії оцінки зимостійкості [1]. Складність добору озимої пшениці на зимостійкість

у Лісостепі України відзначав А.А. Горлач [2], який обґрунтовував доцільність штучно створених несприятливих умов для зимівлі культури, наприклад, висівання на схилах, де сніг не затримувався, адже у такий спосіб виявляється спроможність до відновлення щільності стеблостою після зимового зрідження.

Широкого розповсюдження у селекційній практиці набув метод прямого проморожування рослин у посівних ящиках, що дає змогу виділяти лише ті сорти, що сильно різняться за морозостійкістю. Тобто той самий сорт, висіяний у різні ящики з певним часовим інтервалом, може мати різну морозостійкість [3].

Низькотемпературний стрес спричиняє пригнічення росту рослин, зниження маси зерна в колосі, маси 1000 зерен, зменшення числа колосків у колосі й довжини колоса [4].

Зимостійкість гібридних популяцій було визначено за морозостійкістю, яку вони мали на відкритих стелажах селекційного комплексу. У такий спосіб було встановлено, що чим слабкіша зимостійкість одного з сортів, тим у більших межах варіює ця ознака у F_6 [5].

Рослини, які вирощували у природних умовах у посудинах, розміщених на стелажах, характеризуються швидшим процесом

загартування і повільнішим темпом зниження цієї властивості. Такі рослини більш морозостійкі порівняно із загартованими безпосередньо у ґрунті [6].

Часто в погоні за продуктивністю селекціонери використовують у гібридизації сорти інтенсивного типу, що, здебільшого, не вирізняються високою морозостійкістю. Нові інтенсивні сорти пшениці озимої поступаються за зимостійкістю своїм екстенсивним попередникам [7].

Із застосуванням інтенсивних технологій вирощування різко зросли вимоги до сортів пшениці озимої. Перебороти зворотну кореляцію між продуктивністю й зимостійкістю селекціонери можуть за допомогою детального вивчення фізіології рослини цієї культури [8].

Загалом, за даними Ф.М. Куперман та В.І. Пономарьова, які детально проаналізували відповідні літературні джерела за 45-річний період (1927–1971), існує понад 200 способів діагностики зимостійкості озимих зернових культур [9].

Низка дослідників стверджують, що зимостійкість — це складна і мінлива властивість рослинного організму, обумовлена значним комплексом фізіолого-біохімічних особливостей і анатомо-морфологічних ознак. У різних регіонах, як відзначалося вище, існують специфічні умови осінньо-зимово-весняного періоду, однак потенційна морозостійкість, як правило, формується за 2–3 тижні після припинення осінньої вегетації [10].

Багаторічні дослідження, проведені у фітотроні Миронівського інституту пшениці, дали змогу пов'язати морозостійкість з екологічними чинниками і генетичними особливостями сортів. Морозостійкість є відносною властивістю. Абсолютної стійкості до морозу не проявив жоден із сортів за будь-яких умов вирощування. Розвиток ознаки морозостійкості визначається генетичними чинниками та осінньо-зимово-весняними умовами вегетаційного періоду.

Наведений нами літературний огляд засвідчив про відсутність єдиного способу оцінки й добору морозо- і зимостійких форм, який би характеризувався просто-

тою, доступністю та надійністю і забезпечував високу вірогідність проведених досліджень.

Мета дослідження — визначити основні чинники пошкодження посівів і на цій основі удосконалити та запропонувати спосіб екологічної оцінки і добору за морозо-, зимостійкістю озимих пшениці, тритикале та жита, що надасть змогу поліпшити генетичний потенціал нових сортів за цим показником.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили в лісостеповій частині України (Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла, упродовж 1989–2011 рр.) і були продовжені в умовах Полісся (Житомирський національний агроекологічний університет, 2011–2015 рр.). Ґрунтові ванни довжиною 300 см, шириною 100 см і висотою 50 см, наповнені звичайним чорноземом з орного шару ґрунту, розміщували на висоті 50 см над поверхнею землі на спеціальних підставках. У третій декаді вересня у них висівали сорти пшениці озимої — 50 насінин у кожному рядку через 1,5 см, із міжряддям 7 см. За необхідності — поливали. З настанням яровизації встановлювали ґрунтові термометри, за допомогою яких визначали температуру ґрунту до його замерзання у ґрунтових ваннах і циліндрах.

Дослідження проводили із 44 сортами пшениці озимої, 38 — тритикале озимого, п'яти сортами — жита озимого.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Умови загартування рослин у ґрунтових ваннах в осінній та зимовий періоди порівняно з польовими були доволі жорсткими. Якщо в польових умовах за зниження температури повітря поверхня ґрунту вносили за одну добу промерзає поступово з інтервалом 1–2 см, а за сильного зниження — до 4–5 см, то у ґрунтових ваннах вихолювання та промерзання ґрунту відбувається контрастно та швидко. Тому на рослину впливають різкі стресові зміни як від низьких температур, так і від глибоких тривалих відлиг.

Таблиця 1

Результати моніторингу температур повітря в період перезимівлі озимих зернових культур, °С

Дата	Година доби								Max	Min	Середнє
	0:00	3:00	6:00	9:00	12:00	15:00	18:00	21:00			
01.02.2012 р.	-21,4	-23,0	-24,2	-19,8	-17,5	-15,2	-21,2	-20,4	-15,2	-24,2	-20,3
02.02.2012 р.	-22,4	-25,5	-26,4	-20,6	-19,0	-20,6	-23,0	-24,3	-19,0	-26,4	-22,7
03.02.2012 р.	-25,4	-26,9	-27,9	-22,8	-18,6	-8,6	-17,8	-17,3	18,6	-27,9	-17,3
08.02.2012 р.	-21,8	-22,2	-19,2	-15,8	-13,8	-14,0	-16,2	-19,0	-13,8	-22,2	-17,8
10.02.2012 р.	-21,7	-22,5	-22,2	-17,0	-13,2	-13,4	-17,0	-19,9	-13,2	-22,5	-18,4
11.02.2012 р.	-21,9	-22,7	-23,6	-18,6	-15,8	-17,7	-22,4	-25,1	-15,8	-25,1	-21,0
12.02.2012 р.	-27,1	-26,2	-26,2	-19,6	-12,0	-13,8	-18,3	-20,1	-12,0	-27,1	-20,4
13.02.2012 р.	-21,4	-25,0	-25,5	-15,2	-11,2	-11,5	-12,0	-12,2	-11,2	-25,5	-16,8

На основі узагальнення температурних параметрів повітря в умовах Полісся України у 2011–2012 рр. відзначимо, що їх мінімальні значення впродовж 12 днів іноді сягали $-27,9^{\circ}\text{C}$ (3.02.2012 р.) (табл. 1), що і спричинило повну загибель рослин пшениці озимої у спеціально створених природних екстремальних умовах (грунтові ванни).

Щодо динаміки перезимівлі озимих зернових культур, то серед сортів тритикале озимого слід відзначити Цекад 90 та Сірс 57, рівень зимостійкості яких становив 30% живих рослин, натомість у дев'яти сортів цей показник був на рівні 1–3%. Отже, із 38 досліджуваних сортів тритикале перезимували рослини 11 сортів, а з п'яти сортів жита – рослини чотирьох сортів. Зауважимо, що усі сорти пшениці озимої загинули (табл. 2).

Вивчали також морозостійкість рослин за пізніх термінів сівби. За сівби 23.11.2011 р. рослини ввійшли у зиму у фазі шильця. Слід наголосити, що рослини майже всіх дев'яти сортів жита (Хасто, Хазарка, Пам'ять Худоєрко), пшениці (Миронівська 808, Подолянка, Волошкава) та тритикале (Раритет, Харроза і АД-256) перезимували, але з різною часткою збереженості: пшениця – 3–5%, жито і тритикале – 30–35% живих рослин.

Результати досліджень А.М. Васильєвої свідчать, що за допомогою висіву селекційного матеріалу пшениці озимої у ґрунтові

Таблиця 2

Зимостійкість сортів жита озимого та тритикале у природних екстремальних умовах (ґрунтові ванни)

№ пор.	Сорт культури	Кількість живих рослин, шт.
<i>Тритикале озиме</i>		
1	АД 256	2
2	Ратне	1
3	Букет	1
4	Трибун	1
5	Леґіон	1
6	Цекад 90	10
7	Сірс 57	10
8	Цекад 22	3
9	Горинь 1	1
10	Таза	1
11	Валентіно	1
<i>Жито озиме</i>		
1	Хасто	3
2	Хамарка	4
3	Слобожанець	3
4	Юр'ївець	8

Зимостійкість сортів пшениці озимої в паперових рулонах

№ пор.	Сорт	Всього рослин, шт.	Живих рослин, шт.	% живих рослин від заг. кількості
1	Елегія	110	8	7,3
2	Монотип	112	0	0
3	Митець	98	0	0
4	Зразкова	99	2	2,0
5	Мирлена	110	7	6,3
6	Миронівська 808	110	57	52,7
7	Подольянка	110	46	41,8
8	Смуглянка	105	11	10,5
9	Хуртовина	100	16	16,0
10	Наталка	105	30	28,6
11	Богдана	103	23	22,3
12	Ремеслівна	108	34	31,5

ванни у декілька термінів можливо отримати його чітку диференціацію за морозо-, зимостійкістю і одержати повноцінний вихідний селекційний матеріал для створення морозо-, зимостійких сортів цієї культури [11].

Також було визначено морозостійкість 12 сортів пшениці озимої у паперових рулонах. Для цього насіння розкладали в рулони 10.02.2011 р. (по 4 рулони кожного сорту), після чого упродовж двох діб залишали в кімнатних умовах. З появою «шилець» рулони утримували у природних умовах, попередньо зливши воду. З 1.03.2011 р. рослини в рулонах висаджували у ґрунт вегетаційної ділянки.

Результати досліджень свідчать, що порівняно високою морозостійкістю характеризуються сорти Миронівська 808 та Подольянка (табл. 3).

Упродовж 2014–2025 рр. досліджували морозостійкість 22 сортів пшениці, тритикале та жита озимих у поліетиленових циліндрах об'ємом 5 дм³. У досліді використовували дерново-опідзолений ґрунт, дно циліндрів мало отвори, через які надлишок води вільно стікав. На дно циліндра розміщували дрібнозернистий щебінь ша-

ром 3–4 см. У кожний циліндр висівали по 25 рослин. У 2014 р. посів здійснили в оптимальні терміни для цієї зони – 22.09. За необхідності поливали. Рослини підраховували в період їх входження в зиму і після відростання. Із 22 досліджуваних сортів тільки у 10 сортів залишилися поодинокі рослини, які дали повноцінне потомство (табл. 3). Хоча зерно було шуплим (маса 1000 зерен становила 25–30 г), насіння цих колосків дали повноцінні сходи за висіву їх необмолоченим колоссям на вегетаційній ділянці.

Слід наголосити, що оптимальною зимостійкістю відзначився сорт жита озимого Хасто, рівень перезимівлі пшениці озимої і тритикале був майже на одному рівні, але, зауважимо, два сорти пшениці озимої (Богдана і Кохана) мали низький рівень зимостійкості – 27–29%. Щодо агрометеорологічних умов перезимівлі, то вони були порівняно сприятливими, адже мінімальна температура повітря опускалася не нижче –19,2°C, а на поверхні снігу до –20,5°C.

Навіть за умов перезимівлі в поліетиленових циліндрах для рослин формуються екстремальні умови.

ВИСНОВКИ

Органічне поєднання створених екстремальних температурних фонів з польовими сприятиме ефективній оцінці та добору рослин, потомства яких можуть бути вихідним матеріалом для створення

нових морозо- та зимостійких сортів. За несприятливих умов кліматичних змін та економічної кризи впровадження таких методів оцінки сприятиме істотному покращенню результативності екологічної селекції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шевелуха В.С. Наследие В.Н. Ремесло и стратегия современной селекции / В.С. Шевелуха // Повышение эффективности селекционного процесса и интенсивных зональных технологий возделывания озимой пшеницы: сб. науч. тр. Мирон. НИИ селекции и семеноводства пшеницы им. В.Н. Ремесло. — Мироновка, 1988. — С. 4–11.
2. Горlach А.А. Методика польових дослідів при відборі озимої пшениці на зимостійкість / А.А. Горlach // Вісник сільськогосподарської науки. — 1961. — № 9. — С. 37–40.
3. Стельмах А.Ф. Характер изменчивости морозостойкости растений озимой пшеницы в посевных ящиках / А.Ф. Стельмах // Бюллетень ВСГИ. — Одесса, 1973. — № 22. — С. 14–16.
4. Морозостойкость и продуктивность гибридов озимой пшеницы / В.С. Смирнова, Г.В. Удовенко, В.А. Ганеев [и др.] // Генетика, физиология и селекция зерновых культур / Московское об-во испытателей природы. — М., 1987. — С. 38–41.
5. Дорохов Б.А. Зимостойкость гибридов F_1-F_2 в скрещиваниях с донорами устойчивости к бурой ржавчине / Б.А. Дорохов, М.В. Новикова // Повышение продуктивности и устойчивости производства зерна озимой пшеницы в СССР: сб. науч. тр. Мирон. НИИ. — Мироновка, 1989. — С. 36–40.
6. Петрова З.М. Метод и средства для измерения химических и физико-химических параметров почв и почвенных растворов в регулируемых условиях / З.М. Петрова, Н.С. Остапенко // Управление производственным процессом растений в регулируемых условиях: Тез. докл. Всерос. науч. конф. (Санкт-Петербург, 7–11 октября 1996 г.). — СПб., 1996. — С. 188–190.
7. Калинин И.Г. Селекция озимой пшеницы на морозо- и зимостойкость / И.Г. Калинин // Вестник сельскохозяйственной науки. — 1988. — № 8. — С. 57–65.
8. Рыбакова М.И. Селекция озимой пшеницы на зимостойкость в комплексе с физиологией / М.И. Рыбакова // Селекция, семеноводство и интенсивная технология возделывания озимой пшеницы: Науч. тр. ВАСХНИЛ. — М.: Агропромиздат, 1989. — С. 117–123.
9. Куперман Ф.М. Диагностика зимостойкости озимых зерновых культур (обзор литературы) / Ф.М. Куперман, В.И. Пономарев. — М.: ВНИИ информации и технико-экономических исследований по сельскому хозяйству, 1971. — 133 с.
10. Полтарев Е.М. О новых аспектах изучения зимостойкости сортов озимой пшеницы / Е.М. Полтарев, Л.Р. Борисенко, Н.И. Рябчун // Итоги научно-исследовательской работы по селекции, семеноводству и интенсивным технологиям возделывания озимой пшеницы за 1986–1990 гг. и важнейшие задачи на ближайшую перспективу: сб. науч. тр. Мирон. НИИ. — Мироновка, 1991. — С. 109–111.
11. Васильева А.М. Особенности адаптивной селекции озимой пшеницы на зимостойкость и продуктивность: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / А.М. Васильева. — Краснодар, 2012 — 30 с.

REFERENCES

1. Shevelukha V.S. (1988). *Nasledie V.N. Remeslo i strategiya sovremennoy selektsii* [Heritage V.N. Remeslo and strategy of modern plant breeding]. *Povyshenie effektivnosti selektsionnogo protsessu i intensivnykh zonalnykh tekhnologiy vozdelvaniya ozimoy pshenitsy: sbornik nauchnykh trydov* [Improving the efficiency of the selection process and intensive zonal winter wheat cultivation technology: collection of scientific papers]. Mironovka, pp. 4–11 (in Russian).
2. Horlach A.A. (1961). *Metodyka polovykh doslidiv pry vidbori ozymoi pshenitsi na zymostiikist* [Method field experiments in the selection of winter hardiness in winter wheat]. *Visnyk silskohospodarskoi nauky* [Journal of Agricultural Science]. No. 9, pp. 37–40 (in Ukrainian).
3. Stelmakh A.F. (1973). *Kharakter izmenchivosti morozostoykosti rasteniy ozimoy pshenitsy v posevnykh yashchikakh* [Character variability frost winter wheat sown in boxes]. *Byulleten VSGI* [Bulletin VSGI]. Odessa, No. 22, pp. 14–16 (in Russian).
4. Smirnova V.S., Udoenko G.V., Ganeev V.A. (1987). *Morozostoykost i produktivnost gibridov ozimoy pshenitsy* [Frost and productivity of winter wheat hybrids]. *Genetika, fiziologiya i selektsiya zernovykh kultur* [Genetics, physiology and breeding of crops]. *Moskovskoe obshchestvo ispytateley prirody* [Moscow on of Naturalist]. Moskva, pp. 38–41 (in Russian).
5. Dorokhov B.A., Novikova M.V. (1989). *Zimostoykost gibridov F_1-F_2 v skreshchivaniyakh s donorami ustoychivosti k buroy rzhavchine* [Winter hardiness of hybrids F_1-F_2 in crosses c donors of resistance to leaf rust]. *Povyshenie produktivnosti i ustoychivosti proizvodstva zerna ozimoy pshenitsy v SSSR: sbornik nauchnykh trydov* [Increased productivity and stability of winter wheat production in the USSR:

- collection of scientific papers]. Mironivskiy NII selektsii i semenovodstva pshenitsy im. V.N. Remeslo, Mironovka, pp. 36–40 (*in Russian*).
6. Petrova Z.M., Ostapenko N.S. (1996). *Metod i sredstva dlya izmereniya khimicheskikh i fiziko-khimicheskikh parametrov pochv i pochvennykh rastvorov v reguliruemyykh usloviyakh* [Method and means for measuring the chemical and physico-chemical parameters of soils and soil solutions in a controlled environment]. *Upravlenie produktsionnym protsessom rasteniy v reguliruemyykh usloviyakh: Tezu doklady Vserossiyskoyi nauchnoyi konferentsiyi* [Control of Production Process plants under controlled conditions: Teza report Vserossiysky scientific conference]. Sb.-Peterburg, pp. 188–190 (*in Russian*).
 7. Kalinenko I.G. (1988). *Selektsiya ozimoy pshenitsy na morozo- i zimostoykost* [Breeding winter wheat on frost and winter hardiness]. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of Agricultural Science]. No. 8, pp. 57–65 (*in Russian*).
 8. Rybakova M.I. (1989). *Selektsiya ozimoy pshenitsy na zimostoykost v komplekse s fiziologiy* [Selection of winter wheat to winter hardiness in the complex physiology]. *Selektsiya, semenovodstvo i intensivnaya tekhnologiya vozdeleyvaniya ozimoy pshenitsy: Nauchi trydu VASKhNIL* [Breeding, seed production and intensive winter wheat cultivation technology: Proceedings of Agricultural Sciences]. Moskva: Agropromizdat Publ., pp. 117–123 (*in Russian*).
 9. Kuperman F.M., Ponomarev V.I. (1971). *Diagnostika zimostoykosti ozimyykh zernovykh kultur (obzor literatury)* [Diagnostics hardiness of winter crops (literature review)]. Moskva: VNIi informatsii i tekhniko-ekonomicheskikh issledovaniy po sel'skomu khozyaystvu Publ., 133 p. (*in Russian*).
 10. Poltarev Ye.M., Borisenko L.R., Ryabchun N.I. (1991). *O novyykh aspektakh izucheniya zimostoykosti sortov ozimoy pshenitsy* [About new aspects of the study of hardiness of winter wheat]. *Itogi nauchno-issledovatel'skoy raboty po selektsii, semenovodstvu i intensivnym tekhnologiyam vozdeleyvaniya ozimoy pshenitsy za 1986–1990 gg. i vzhneyshie zadachi na blizhaysuyu perspektivu: sbornik nauchnykh trydov* [The results of research on breeding, seed production and intensive technologies of cultivation of winter wheat for 1986–1990 years. and the most important task for the near future: collection of scientific papers]. Mironovka, pp. 109–111 (*in Russian*).
 11. Vasileva A.M. (2012). *Osobennosti adaptivnoy selektsii ozimoy pshenitsy na zimostoykost i produktivnost* [Features adaptive winter wheat breeding for hardiness and productivity]. Krasnodar, 30 p. (*in Russian*).

УДК 631.8:577.175.1

ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА БЕЗПЕЧНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН, СТВОРЕНИХ НА ОСНОВІ ПОХІДНИХ ГЕТЕРИЛКАРБОНОВИХ КИСЛОТ

Н.П. Дерев'янка¹, О.А. Бражко², М.П. Завгородній², Т.М. Васильєва¹

¹ Хортицька національна навчально-реабілітаційна академія

² Запорізький національний університет

Досліджено вплив нового стимулятора росту рослин DNS, розробленого на основі солей гетерилкарбонічних кислот, на поділ та ріст клітин проростків озір'я (сорт Конкурент). Встановлено, що ефективність використання регулятора росту DNS для вирощування сільськогосподарської продукції є доцільним завдяки вираженню властивостей препарату стимулювати ріст рослин, що сприяє збільшенню довжини головного кореня, кількості бічних коренів; пришвидшенню росту і розвитку гіпокотилу і листя, що покращує життєздатність рослин родини Гарбузових. Визначено клас токсичності досліджуваного регулятора росту рослин та антиоксиданту активність.

Ключові слова: регулятори росту рослин, гетерилкарбонічні кислоти, стимулююча ріст активність, рослини родини Гарбузових, антиоксидантна активність, токсичність.

Науково обґрунтоване застосування елементів технологій з використанням біо-

логічно активних препаратів дає змогу не лише підвищити врожай, покращити його якість, але й вплинути на терміни дозрівання, істотно підвищити стійкість рослин до

хвороб та стресових чинників, скоротити норми застосування мінеральних добрив та пестицидів, зменшити вміст важких металів і нітратів у продукції рослинництва [1–4].

Нині існує великий спектр регуляторів росту рослин синтетичного походження. Серед синтетичних препаратів найпоширенішими є Івін (діюча речовина N-оксид 2,6-диметилпіридин) та Потейтин (комплекс 2,6-диметилпіридин-N-оксиду та натрію сукцинату). Емістим С — біостимулятор росту рослин широкого спектра дії, продукт біотехнологічного вирощування грибів-епіфітів з кореневої системи лікарських рослин. Прозорий, безбарвний водно-спиртовий розчин. Містить збалансований комплекс фітогормонів ауксинової і цитокинінової природи, амінокислот, вуглеводів, жирних кислот, мікроелементів [4, 5].

Встановлено, що Івін та Потейтин змінюють значення енергетичних параметрів моношарових мембран, до того ж ці зміни є однонаправленими та рівнозначними. Це свідчить про взаємодію цих препаратів із зарядженими групами фосфоліпідів, а саме із залишками фосфату та холіну. Івін і Потейтин також збільшують параметри площини, що припадає на одну молекулу фосфоліпиду. Такі зміни можуть бути наслідком часткового проникання досліджуваних речовин у міжмолекулярний простір фосфоліпідів моношарових мембран [6].

Новітні дослідження засвідчили, що похідні гетерилкарбонових кислот, які впливають на процеси вільнорадикального окиснення (ВРО) та демонструють антиоксидантну активність (АОА), проявляють властивості, що регулюють ріст [2, 3].

Метою дослідження є вивчення безпечності стимулятора росту рослин DNS, розробленого на основі солей гетерилкарбонових кислот, щодо можливості його застосування в агротехнологіях вирощування культур.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень було насіння огірка (*Cucumis sp.*) сорту Конкурент, яке обробляли різними стимуляторами росту

рослин, у контрольному варіанті використовували воду.

Було сформовано шість дослідних груп, з яких група 4 — контрольна (вода); інші п'ять груп обробляли розчинами регулятора росту рослин DNS (похідна дикарбонової кислоти), створеного у лабораторії біотехнології ФАР Запорізького національного університету на основі натрієвих солей гетерилкарбонових кислот, у різних концентраціях (мг/л): I — 0,1, II — 1, III — 10; а також регуляторами росту: IV — Емістим С та V — Івін у рекомендованій виробником концентрації. Досліджували такі параметри росту, як довжина гіпотокілю (ДГ), довжина головного кореня (ДГК), довжина зони росту бокових корінців (ДЗРБК), кількість бокових корінців (КБК) [8].

Визначення АОА речовин *in vitro* здійснювали за допомогою моделі інгібування супероксид-радикала. Цей метод дає можливість оцінити розвиток процесів ВРО на ініціальних етапах. Процеси ВРО створювали шляхом реакції аутоокиснення адреналіну в адренохром у лужному середовищі, що зумовлює утворення активної форми кисню — супероксид-радикала [9]. Як референс-речовини використовували поширений антиоксидант, аналог за структурою — емоксипін.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження засвідчили, що запропонована сполука проявила стимулюючу активність на ріст рослин.

Результати пророщування насіння огірків у водному розчині DNS у концентрації 10 мг/л продемонстрували прискорення росту ДГ, ДГК, ДЗРБК, КБК порівняно з контролем на 66,67, 46,27, 34,36, 44,74% відповідно (рис. 1 — а, б, в, г).

Частка стимуляції за використання DNS у концентрації 0,1 та 1 мг/л була дещо нижчою порівняно з варіантом, де застосовували концентрацію діючої речовини у розбавленні 10 мг/л. Наприклад, для ДГК — на 19,3 та 22,5% відповідно.

З огляду на можливий токсичний вплив дослідних речовин на організми хребетних

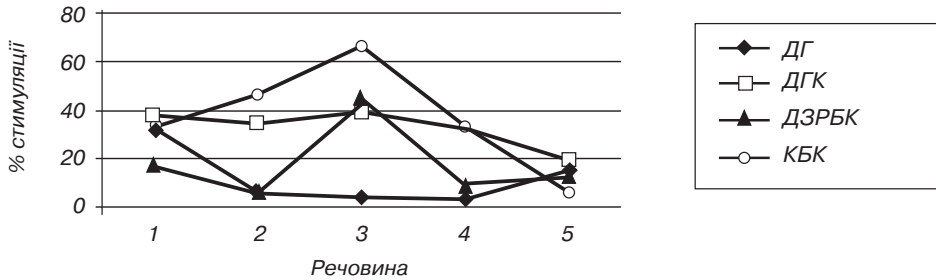


Рис. 1. Вплив регуляторів росту рослин на поділ та ріст проростків огірка сорту Конкурент: 1, 2, 3 — у концентраціях 0,1; 1; 10 мл/г відповідно; 4 — Емістим С; 5 — Івін

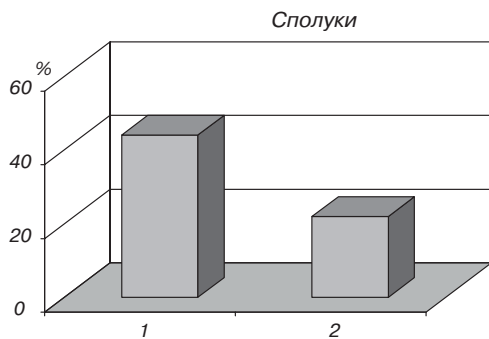


Рис. 2. Антиоксидантна активність речовин: 1 — регулятор росту рослин DNC; 2 — емокипін

(насамперед людини), нами проведено дослідження гострої токсичності на мишах. З метою вивчення потенційного механізму дії створеного регулятора росту рослин DNC нами досліджено його антиоксидантну активність *in vitro*. Дослідження АОА на моделях ініціювання ВРО *in vitro* (рис. 2) засвідчили, що АОА, передусім, залежить від природи функціональних груп у залишку карбонової кислоти. Регулятор росту рослин DNC за активністю дещо перевершував референс-антиоксидант. Як референс-

речовину використовували поширений антиоксидант, аналог за структурою — емокипін.

Отже, за результатами проведених експериментальних досліджень на мишах вивчено гостру токсичність гетероциклічних похідних, які свідчать, що DL_{50} регуляторів становить понад 1000 мг/кг, тобто його можна віднести до фактично не токсичних речовин (V клас токсичності) [10].

ВИСНОВКИ

Створений регулятор росту рослин DNC на основі похідних гетерилкарбонової кислоти виявляє більшу стимулюючу дію на ріст рослин порівняно з синтетичним препаратом Івін та біостимулятором Емістим С.

За активністю DNC дещо перевершував референс-антиоксидант. DL_{50} за впливу створеного регулятора росту рослин становила понад 1000 мг/кг. Ефективність та екологічна безпечність створеного на основі гетерилкарбонових кислот регулятора росту рослин DNC характеризує його як засіб, що спроможний істотно підвищувати врожайність сільськогосподарських культур.

ЛІТЕРАТУРА

1. Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві / В.К. Яворська, І.В. Драгавоз, Л.О. Крючкова та ін. — К.: Логос, 2006. — 176 с.
2. Fleet C.M. A DELLAcate balance: The role of gibberellin in plant morphogenesis / C.M. Fleet, T.P. Sun // Curr. Opin. Plant Biol. — 2005. — No. 8. — P. 77–85.
3. Петруша Ю.Ю. Пошук ростостимуляторів сільськогосподарських культур серед піримідин-заміщених меркаптокислот / Ю.Ю. Петруша, Л.О. Омелянич // Біологічний вісник МДПУ. — 2013. — № 3. — С. 125–134.
4. Роматюк Н.Д. Фізіологічна активність нових регуляторів росту — івіну, емістиму С та агростиму-

- ліну: автореф. дис. ... канд. біол. наук / Н.Д. Романюк. — Львів, 1999. — 24 с.
5. Пономаренко С.П. Регулятори росту рослин у землеробстві / С.П. Пономаренко. — К.: ВП Ярмарок, 2003. — 143 с.
 6. Мембранотропна активність регуляторів росту рослин івіну та потейтину / В.П. Лозовий, О.М. Ляхов, С.В. Яблонська та ін. // Доповіді НАН України. — 2008. — № 9. — С. 173–176.
 7. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / Под ред В.П. Фисенко. — М.: Ремедиум, 2000. — 264 с.
 8. Иванов В.Б. Клеточные основы роста растений / В.Б. Иванов. — М.: Наука, 1974. — 222 с.
 9. Методы оценки антиоксидантной активности веществ при иницировании свободно-радикальных процессов в исследованиях *in vitro*: метод. рекомендации. — К.: ГФЦ МЗ Украины. — 2002. — 26 с.
 10. Stefanov A.V. Preclinical studies of drugs (Method. recommendations) / A.V. Stefanov. — К.: Avicenna, 2001. — 528 p.

REFERENCES

1. Yavorska V.K., Drahovoz I.V., Kriuchkova L.O. (2006). *Rehulyatory rostu na osnovi pryrodnoi syrovyny ta yikh zastosuvannya v roslinnyystvi* [Growth regulators based on natural raw materials and their use in crop]. Kyiv: Lohos Publ., 176 p. (*in Ukrainian*).
2. Fleet C.M., Sun T.P. (2005). A DELLAcate balance: The role of gibberellin in plant morphogenesis, *Curr. Opin. Plant Biol.*, No. 8, pp. 77–85 (*in English*).
3. Petrussha Yu.Yu., Omelianchyk L.O. (2013). *Poshuk roststymulyatoriv silskohospodarskykh kultur sered piryimidynzamishchenykh merkaptokyslot* [Search roststymulyatoriv crop of piryimidynzamishchenykh merkaptokyslot]. *Biologichnyi visnyk MDPU* [Biology Bulletin NGPU]. No. 3, pp. 125–134 (*in Ukrainian*).
4. Romaniuk N.D. (1999). «Rehulyatoriv physiological activity of the new growth — ivinu, emistymu C and ahrostymulinu» Abstract of candidate of biological Sciences, Lviv, 24 p. (*in Ukrainian*).
5. Ponomarenko S.P. (2003). *Rehulyatory rostu roslin u zemlerobstvi* [Plant growth regulators in agriculture]. Kyiv: VP Yarmarok Publ., 143 p. (*in Ukrainian*).
6. Lozovyi V.P., Liakhov O.M., Yablonska S.V., Filinska O.M., Rybalchenko T.V. (2008). *Membrano-*
tropna aktyvnist rehulyatoriv rostu roslin ivinu ta poteitynu [Membranotropna Activity rehulyatoriv plant growth and ivinu poteitynu]. *Dopovidi NAN Ukrainy* [The report of the NAS of Ukraine]. No. 9, pp. 173–176 (*in Ukrainian*).
7. Fisenko V.P. (2000). *Rukovodstvo po eksperimentalnomu (doklinicheskomu) izucheniyu novykh farmakologicheskikh veshchestv* [Manual on experimental (preclinical) study of new pharmacological substances]. Moskva: Remedium Publ., 264 p. (*in Russian*).
8. Ivanov V.B. (1974). *Kletochnye osnovy rosta rasteniy* [Cell-based plant growth]. Moskva: Nauka Publ., 222 p. (*in Russian*).
9. *Metody otsenki antioksidantnoy aktivnosti veshchestv pri initsirovani svobodno-radikalnykh protsessov v issledovaniyakh in vitro: metod. rekomendatsii* [Evaluation Methods antioxidant activity of compounds at the initiation of free-radical processes in the in vitro studies: the method. recommendations]. Kiev: GFTs MZ Ukrainy Publ., 2002, 26 p. (*in Russian*).
10. Stefanov A.V. (2001): Preclinical studies of drugs (Method. recommendations), Kyiv: Avicenna Publ., p. 528 (*in English*).

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ДОБАВОК НА ПЛОДЮЧІСТЬ КАНАЛЬНОГО СОМА (*ICTALURUS PUNCTATUS*)

Н.В. Свечкова¹, М.А. Сидоров², А.П. Стадник¹

¹ Інститут агроекології і природокористування НААН

² Інститут рибного господарства НААН

*Встановлено вплив біологічно активних кормових добавок гумату натрію, гумату калію, препарату Вітатон на плодючість та ріст різновікових груп каналного сома (*Ictalurus punctatus*). Обґрунтовано, що використання біологічно активних речовин сприяє підвищенню збереженості личинок каналного сома на 16–25%. Згодовування личинкам кормів з біологічно активними препаратами підвищує темпи їх росту та збільшує середньодобові прирости на 26–63%. Максимальний ефект використання препаратів спостерігається у другій половині підрощування. За однакових доз введення препаратів найефективнішим виявилось використання у їх складі гумату калію.*

Ключові слова: гумінові речовини, кормова добавка, органічна речовина, каналний сом.

На сучасному етапі у рибництві для вирощування рибної продукції широко використовують біологічно активні кормові добавки різного походження, зокрема, отримані з природної сировини. Вагому частку серед них займають гумати [1, 2]. Гумінові препарати отримують різними методами з сапропелю, торфу, бурого вугілля тощо. Відомо, що гумінові препарати не накопичуються в організмі риб, не забруднюють навколишнє природне середовище після виведення з живого організму, а метаболізуються і впливають на процеси формування біопродукції [3]. Однією з найважливіших функцій гумінових речовин є стимуляція та активація фізіологічних та біохімічних процесів у живих організмах [4, 5].

Метою наших досліджень було встановити вплив гумату натрію, гумату калію, препарату Вітатон на плодючість та ріст личинок каналного сома (*Ictalurus punctatus*).

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на базі Придніпровського тепловодного рибного господарства (ТРГ) Придніпровської ТЕС. Матеріалом для проведення запланованих дослідів були різновікові групи каналного

сома: плідники, личинки, цьоголітки, дво-літки і ремонт.

Гідрохімічні дослідження проводили відповідними методами [6]. Рибницькі показники визначали загальноприйнятими у рибництві методами, морфологічні ознаки різновікових груп каналного сома — за відповідною схемою. Морфологічні показники плідників та цьоголіток і дво-літок досліджували відомими методами [7]. Дослідження накопичення у тілі сухої речовини проводили ваговим методом після висушування при 105°C, протеїну — методом Лоурі, ліпідів — методом Фолча [8, 9].

Статистичну обробку результатів проводили за допомогою методів Плохинської [10].

Досліди з вирощування личинок каналного сома проводили у 2005–2007 рр. на базі лабораторії Придніпровського тепловодного рибного господарства Придніпровської ТЕС. Вплив різних препаратів на темп розвитку личинок каналного сома визначали за допомогою сажалок, виготовлених з газ-сита № 8 на металевому каркасі, які були встановлені в акваторії рибгоспу на садковій лінії. Внутрішній об'єм дослідних сажалок становив 0,015 м³. Щільність посадки личинок сягала 100 екз. Тривалість підрощування — 10 днів.

Препарати біологічно активних речовин додавали до кормів, якими годували

Таблиця 1

Схема досліді

Препарат	Обсяг у кормі
Гумат натрію	1,0 мл/кг
Гумат калію	1,0 г/кг
Вітатон	1,0 г/кг корму
Контроль	–

личинки упродовж досліджень. Личинок годували комбікормом СБ-1.

Перелік та варіанти доз застосованих у досліді препаратів біологічно активних речовин наведено у таблиці 1.

Величину добового раціону не нормували: годування здійснювали за обсягом поїдання кормів. Залишки корму та екскременти видаляли із сажалок після кожної годівлі. Сажалки промивали щіткою, що запобігало їх обростанню перифітоном та погіршенню гідрохімічного режиму.

Як контроль були личинки, вирощені на комбікормах без додавання домішок.

Контроль за ростом личинок здійснювали кожні п'ять днів підрощування, вихід визначали наприкінці досліді.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Упродовж усього періоду досліджень здійснювали контроль за екологічними умовами вирощування риби та підрощування личинок.

Гідрохімічний режим господарства (табл. 2), в основному, визначається якістю води, яка надходить до басейнів. Істотних кількісних змін сполук, що входять до складу води за вирощування риби, не спостерігалось.

Упродовж рибицького сезону рН була слаболужною. Зміни цього показника на водопостачанні варіювали у межах 7,93–9,46, а в басейнах з плідниками та в сажалках з личинками — у межах 7,99–8,34.

Уміст розчиненого у воді кисню відповідав рибицьким вимогам і варіював у межах 7,29–8,87 мг/л. Значних розбіжностей між умістом кисню в басейнах, сажалках та на подачі води не виявлено.

Слід наголосити, що було зафіксовано збільшення перманганату (на окиснювальність води) як у воді, що надходила до господарства (у межах 6,28–9,86 мг О/л), так і в басейнах (6,34–12,13 мг О/л). У сажалках за підрощування личинок упродовж 10 діб зміни окиснювальності були незначними (13,9–14,5 мг О/л). Дещо вищі показники окиснювальності в сажалках зумовлено меншою проточністю та майже постійною наявністю кормів у середовищі. Загалом, цей показник відповідає рибицьким нормативам.

Сполуки азоту були представлені нітридами, нітратами та іонами амонію.

Уміст нітритів майже не відрізнявся впродовж усього періоду досліджень і варіював у межах 0,013–0,041 мг/л. Спостерігалась тенденція до збільшення вмісту цієї сполуки в басейнах з плідниками. Аналогічна динаміка стосується вмісту нітратів та іонів амонію. Їх уміст у воді підвищувався впродовж усього сезону, особливо це стосується басейнів з плідниками. Так, у воді, що надходила до басейнів, уміст нітратів зростає від 0,46 до 1,5 мг/л, іонів амонію — від 0,59 до 0,74 мг/л. Тобто загальна кількість азотовмісних сполук варіювала у межах 1,07–2,16 мг/л. У басейнах з плідниками кількість нітратів була у межах 1,13–2,33 мг/л, а іонів амонію — 1,43–1,6 мг/л, що дещо перевищувало оптимальні для риби значення. Загальна кількість сполук азоту була у межах 2,59–3,9 мг/л.

У сажалках з личинками загальна кількість азотовмісних сполук відповідала оптимальним значенням (2,21–2,44 мг/л), а вміст нітратів (1,43–1,73 мг/л) переважав уміст амонійних іонів (0,68–0,75 мг/л).

Уміст фосфатів у воді, що надходила, був незначним (0,13–0,35 мг/л). Однак зберігалась тенденція до збільшення вмісту цієї сполуки впродовж літа. У процесі підрощування личинок уміст фосфатів був на рівні 0,5 мг/л, що відповідало рибицьким нормативам. У басейнах уміст фосфатів збільшувався майже вдвічі порівняно з початковим складом води (до 0,68 мг/л), що насамперед зумовлено годів-

Таблиця 2

Гідрохімічний режим Придніпровського тепловодного рибного господарства Придніпровської ТЕС

Показники	Водопостачання												Басейни з плідниками сома						Сажалки з личинками	
	№ 4						№ 6						№ 6							
	15,05	21,06	23,07	2,08	15,05	21,06	23,07	2,08	15,05	21,06	23,07	2,08	15,05	21,06	23,07	2,08	23,07	2,08		
pH	8,27	9,46	7,93	8,12	8,34	8,91	7,99	8,08	8,31	8,82	8,04	8,33	8,22	8,19						
O ₂ , мг/л	8,87	8,09	7,53	8,14	8,34	7,95	7,29	8,25	8,75	7,88	7,33	7,91	7,98	8,46						
ПО*, мг/л	6,28	7,91	9,03	9,86	6,34	8,65	10,13	12,13	6,42	8,68	10,46	11,9	13,9	14,5						
CO ₂ , мг/л	0	0	0,062	0,08	0	0	0,071	0,085	0	0	0,067	0,09	0,059	0,082						
HCO ₃ ⁻ , мг/л	226,87	178,3	153,7	118,3	221,4	174,6	150,3	119,8	220,8	176,4	153,7	124,6	156,7	113,8						
NO ₂ ⁻ , мг/л	0,02	0,029	0,033	0,031	0,026	0,029	0,036	0,041	0,013	0,028	0,032	0,047	0,032	0,034						
NO ₃ ⁻ , мг/л	0,46	0,81	1,5	1,01	1,13	1,52	2,14	2,33	1,15	1,54	2,21	2,13	1,73	1,43						
NH ₄ ⁺ , мг/л	0,59	0,61	0,63	0,74	1,44	1,58	1,55	1,53	1,43	1,52	1,6	1,59	0,68	0,75						
Σ сполук азоту, мг/л	1,07	1,45	2,16	1,78	2,6	3,13	3,73	3,9	2,59	3,09	3,84	3,77	2,44	2,21						
PO ₄ ³⁻ , мг/л	0,13	0,14	0,33	0,35	0,19	0,21	0,62	0,66	0,18	0,22	0,61	0,68	0,53	0,55						
Fe заг., мг/л	0,017	0,04	0,11	0,17	0,014	0,08	0,21	0,27	0,014	0,076	0,24	0,26	0,18	0,19						
Ca ²⁺ , мг/л	34,43	52,32	49,13	53,48	35,14	54,12	51,19	50,14	35,17	55,02	52,09	50,8	51,1	53,16						
Mg ²⁺ , мг/л	20,19	29,2	29,9	19,4	21,17	31,3	28,17	20,01	21,15	31,3	28,14	20,2	27,8	22,1						
Жорсткість, мг-екв/л	3,38	5,01	4,91	4,27	3,49	5,27	4,87	4,15	3,49	5,32	4,91	4,19	4,84	4,47						
SO ₄ ²⁻ , мг/л	62,77	65,14	66,3	69,9	71,3	77,4	79,3	81,4	71,3	77,7	78,8	81,1	75,3	79,5						
Cl ⁻ , мг/л	43,8	44,1	49,2	46,5	43,8	42,9	51,2	47,8	43,8	42,9	51,0	47,5	49,6	46,8						

Примітка. * ПО — перманганатна окиснювальність.

лею риби та недостатнім рівнем води в ба-сейнах.

Уміст хлоридів та сульфатів був фактично на однаковому рівні і відповідав рибиницьким вимогам. Істотної різниці вмісту цих сполук у різних точках водозабору не виявлено: хлоридів — близько 51,2 мг/л, сульфатів — 81,4 мг/л.

Уміст іонів кальцію та магнію був таким, що не спричиняв перевищення показника загальної жорсткості — 5,27 мг-екв/л, тобто вода характеризувалася як м'яка. Загалом, гідрохімічний режим був сприятливим для вирощування риби.

Температура води у сажалках у період підрощування личинок не зазнавала різких змін, її значення варіювали у межах 26–28°C (табл. 3).

Матеріалом дослідів були личинки канального сому, отримані від одної пари плідників.

Облік маси личинок здійснювали на 5 та 10 добу дослідів. Результати підрощування личинок із застосуванням різних препаратів наведено в таблиці 4.

Таблиця 3

Температурний режим води під час дослідів

Дата	Температура, °C
23.07	26
24.07	27
25.07	28
26.07	26
27.07	27
30.07	27
31.07	26
1.08	28
2.08	26

Як свідчать результати досліджень, у перші п'ять діб розвитку личинок істотної різниці в темпах росту між контролем та дослідними варіантами не спостерігалося. Приріст у контрольному варіанті за цей період становив 13,3 мг, за варіантами дослідів — від 12,6 мг (гумат калію) до

Таблиця 4

Порівняльний аналіз темпу росту личинок канального сома за варіантами дослідів

Показники	Варіант дослідів			
	Контроль	Гумат натрію	Гумат калію	Вітатон
Початкова маса, мг	22	22	22	22
Маса через 5 діб підрощування, мг	35,3	36,8	34,6	35,7
Приріст, мг/5 діб	13,3	14,8	12,6	13,7
Приріст, мг/добу	2,66	2,96	2,52	2,74
Приріст, % до контролю	100	111,3	94,7	103,0
Маса через 10 діб підрощування, мг	45,1	51,1	59,6	53,2
Приріст, мг / 5 діб	9,8	14,3	25,0	17,5
Приріст, мг/добу	1,96	2,86	5,0	3,5
Приріст, % до контролю	100	145,9	255,0	178,6
Загальний приріст:				
мг/10 діб	23,1	29,1	37,6	31,2
мг/добу	2,31	2,91	3,76	3,12
Приріст, % до контролю	100	126,0	162,8	135,1

13,7 (Вітатон) та 14,8 мг (гумат натрію). Середньодобовий приріст для контролю становив 2,66 мг, у варіанті з гуматом натрію – 2,96, гуматом калію – 2,52, з Вітатоном – 2,74 мг, у співвідношенні до контролю – 111,3; 94,7 та 103% відповідно.

Істотні розбіжності у темпах розвитку личинок каналного сома спостерігалися у другій половині підрощування впродовж 5–10 діб. Так, на контролі загальний приріст становив лише 9,8 мг, тобто середньодобовий приріст був на рівні 1,96, що на 0,7 мг менше, ніж у попередній період. Майже на тому самому рівні, але дещо нижчим, ніж у першій половині підрощування, був середньодобовий (2,86 мг) і, як наслідок, загальний (14,3 мг) приріст маси личинок, яких підрощували на кормах з додаванням гумату натрію. Значно більшим був приріст маси личинок, до корму яких додавали гумат калію та каротин, що містить препарат Вітатон. Так, у другій половині підрощування на кормах із Вітатоном середньодобовий приріст становив 3,5 мг, що за п'ять діб сприяло приросту на рівні 17,5 мг. За згодовування личинкам кормів із додаванням біологічно активних речовин середньодобовий приріст досягав 5,0 мг, що дало змогу збільшити вагу личинок за останні п'ять діб підрощування на 25 мг. Порівняно з контролем, такий приріст становив 145,9, 178,6 та 255% відповідно. Отже, кінцева маса личинок після 10 діб підрощування на контролі становила 45,1 мг, у варіанті з використанням гумату натрію – 51,1, гумату калію – 59,6, Вітатону – 53,2 мг. Відповідно, загальний приріст за 10 діб у різних варіантів досліду становив 23,1, 29,1, 37,6 та 31,2 мг, тобто порівняно з приростом на контролі – 126, 162,8 та 135,1%.

Поряд з рибицькими показниками визначали і збереженість личинок каналного сома за використання біологічно активних речовин (табл. 5).

Так, додавання до кормів личинок каналного сома біологічно активних речовин значно підвищує їх збереженість. Якщо в контрольному варіанті вихід становив лише 64%, то за додавання Вітатону ця

Таблиця 5

Збереженість личинок каналного сома за варіантами досліду

Варіант досліду	Вихід личинок, %
Контроль	64
Гумат натрію	85
Гумат калію	89
Вітатон	80

частка зростає до 80%. Найефективнішим виявилось застосування гумінових препаратів. Гумат натрію збільшував збереженість личинок до 85%, а гумат калію – до 89%.

Вища ефективність гумату калію пояснюється, вірогідно, його особливою глобулізованою структурою із значним умістом вільних радикалів, що є біологічно активнішою.

Отже, всі досліджувані біологічно активні речовини сприяли збільшенню маси личинок порівняно з контролем. Вихід личинок у всіх варіантах досліду також виявився вищим від контролю.

Значна різниця спостерігалася в біохімічному складі тіла личинок каналного сома наприкінці періоду підрощування (табл. 6).

Так, уміст сухої речовини в організмі личинок на контролі становив 20,9%, що значно менше, ніж у решті дослідних варіантів. Більшим був і вміст сирого протеїну в організмі риб у всіх дослідних варіантах порівняно з контролем. Уміст сирого жиру в організмі личинок сома на контролі становив 15,2% і достовірно не відрізнявся від вмісту жиру в організмі риб у всіх дослідних варіантах ($P < 0,05$), де його частка становила 17,8; 18,4 і 14,4% відповідно. Калорійність личинок каналного сома як на контролі, так і в решті дослідних варіантів також достовірно не відрізнялася ($P < 0,05$) – 515,8–546,9 ккал/100 г сухої маси особин відповідно (табл. 7).

Енергетичні витрати на обмін речовин личинок каналного сома залежать від їх маси, температури води і загальної кало-

Таблиця 6

Біохімічні показники личинок каналного сома наприкінці періоду вирощування, %

Показники	Варіант дослідю			
	Контроль	Гумат натрію	Гумат калію	Вітатон
Суша речовина	20,9	22,4	22,5	21,9
Сирий протеїн	67,8	68,2	68,0	74,3
Сирий жир	15,2	17,8	18,4	14,4
Зольність	17,0	14,0	13,6	11,3
Калорійність, ккал/100 г	515,8	542,4	546,9	544,0

Таблиця 7

Баланс енергії личинок каналного сома впродовж періоду підрощування за варіантами дослідю, ккал/екз./добу

Маса, мг	R*	P	A	C	K ₁	K ₂	КК
<i>Контроль</i>							
45,1	2,52	0,12	2,64	5,28	0,023	0,046	44,00
<i>Гумат натрію</i>							
51,1	2,78	0,16	2,94	5,88	0,028	0,054	36,75
<i>Гумат калію</i>							
59,6	3,14	0,21	3,35	6,70	0,032	0,063	31,91
<i>Вітатон</i>							
53,2	2,87	0,17	3,04	6,08	0,030	0,056	35,76

Примітка: * R – енергетичні витрати на обмін речовин, P – енергетичні витрати на приріст, A – асимільована частина раціону, C – енергетичний еквівалент добового раціону, K₁ – коефіцієнт використання валової (спожитої) енергії корму на ріст, K₂ – коефіцієнт використання асимільованої енергії раціону на ріст, КК – кормовий коефіцієнт, що характеризує величину енергетичних витрат корму на одиницю енергії приросту риб.

рійності особин. Збільшення темпу росту личинок у дослідних варіантах зумовило і перевищення витрат на обмін речовин у організмі риб порівняно з контролем упродовж усього періоду підрощування. Сумарні витрати на обмін речовин у дослідних варіантах перевищували цей показник в контрольованому варіанті на 13,0–24,6%, а різниця в сумарних витратах на приріст становила 0,04–0,09 ккал/екз., або 33,3–75,0%.

Ефективність використання валової енергії корму на контролі становила 23%, а в дослідних варіантах 2,80–3,20%. Показник

використання асимільованої частини корму на ріст личинок у контрольованому варіанті становив 4,60%, а у решти дослідних варіантів – 5,40–6,30%. Значною була і різниця значень показників кормового коефіцієнта за варіантами дослідю, показник якого на контролі був найвищим – 44,0, а в дослідних варіантах він становив 31,91–36,75 одиниці енергії кормів на одиницю енергії приросту маси личинок каналного сома.

Одержані експериментальні дані свідчать про поліпшення показників енергопластичного обміну личинок каналного сома за введення в їх раціон біологічно ак-

тивних речовин як гумінового походження, так і каротинових препаратів. Крім того, зростає ефективність використання кормів личинками канального сома на 8–13% порівняно з контролем.

ВИСНОВКИ

Використання біологічно активних речовин сприяє підвищенню збереженості личинок канального сома на 16–25%.

Згодовування личинкам кормів з біологічно активними препаратами підвищує їх темп росту та збільшує середньодобові прирости на 26–63%.

Максимальний ефект використання препаратів спостерігається у другій половині підрощування.

За однакових доз введення препаратів найефективнішим виявилось використання у їх складі гумату калію.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Беспамятнов Г.П.* Гранично допустимі концентрації хімічних речовин у навколишньому середовищі: Довідник / Г.П. Беспамятнов, Ю.О. Кротов. — Л.: Химия, 1985. — 528 с.
2. *Гостищева М.В.* Характеристика органического вещества торфяных почв эвтрофного болота Таган Томской области / М.В. Гостищева, Л.И. Инишева, А.И. Щеголихина // Вестник Томского государственного педагогического университета. — 2010. — Вып. 3 (93). — С. 114–118.
3. *Грехова И.В.* Групповой состав органического вещества торфов низинных месторождений / И.В. Грехова // Аграрный вестник Урала. — 2012. — № 6 (98). — С. 11–16.
4. *Степченко Л.М.* Опыт и перспективы использования препаратов гуминовой природы в птицеводстве / Л.М. Степченко // Наукове забезпечення епізоотичного благополуччя тваринництва: Матеріали VII (XX) Науково-виробничої конференції (Дніпропетровськ, 5 серпня 2003 р.). — Дніпропетровськ, 2003. — С. 110–112.
5. *Степченко Л.М.* Щодо механізму дії препаратів гумусової природи на організм тварин та птиці / Л.М. Степченко, В.А. Грибан // Ветеринарна медицина України. — 1997. — Вип. 7. — С. 34.
6. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии / О.А. Алекин. — Л.: Гидрометеоиздат, 1970. — 412 с.
7. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. — М.: Агропромиздат, 1986. — Т. 1, 2. — 260 с.
8. *Остапець М.Г.* Практикум з біохімії (сировина і продукти тваринного походження) / М.Г. Остапець, Н.М. Романська. — К.: Вища школа, 1974. — 256 с.
9. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I–IV групп / ред. В.А. Филова. — Л., 1988. — 512 с.
10. *Плохинский Н.А.* Биометрия / Н.А. Плохинский. — М.: Изд-во МГУ, 1970. — 367 с.

REFERENCES

1. *Bespamyatnov H.P., Krotov Yu.O. (1985). Hranychno dopustymi kontsentratsii khimichnykh rechovyin, u navkolishnomu seredovyschi. Dovidnyk [Maximum allowable concentrations of chemicals in the environment. Reference]. Leningrad: Khymyia Publ., 528 p. (in Ukrainian).*
2. *Gostishcheva M.V., Inisheva L.I., Shchegolikhina A.I. (2010). Kharakterystyka organicheskogo veshchestva torfyanykh pochv evtrofnogo bolota Tagan Tomskoy oblasti [Characteristics of soil organic matter in peat bogs eutrophic Tugun Tomsk region]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta [Bulletin of the Tomsk State Pedagogical University], vyp 3 (93), pp. 114–118 (in Russian).*
3. *Grekhova I.V. (2012). Gruppovoy sostav organicheskogo veshchestva torfov nizinykh mestorozhdeniy [Group composition of organic matter lowland peat deposits]. Agrarnyy vestnik Urals [Agricultural Gazette Urals]. No. 6 (98), pp. 11–16 (in Russian).*
4. *Stepchenko L.M. (2003). Opyt i perspektivy ispolzovaniya preparatov guminovoy prirody v ptitsevodstve [Experience and prospects of use of preparations of humic nature in poultry]. Naukove zabezpechennia epizootychnoho blahopoluchchia tvarynyystva [Scientific support epizootic welfare of livestock]. Proceedings of VII (XX) naukovo-vyrobnychoi konferentsii, Dnipropetrovsk, pp. 110–112 (in Russian).*
5. *Stepchenko L.M., Hryban V.A. (1997). Shchodo mekhanizmu dii preparativ humusovoi pryrody na orhanizm tvaryn ta ptytsi [Regarding the mechanism of action of drugs humus nature on animals and birds]. Veterynarna medytsyna Ukrainy [Veterinary Medicine of Ukraine]. Iss. 7, p. 34 (in Ukrainian).*
6. *Alekin O.A. (1970). Osnovy gidrokhimii [Basics of hydrochemistry]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 412 p. (in Russian).*
7. *Ostapets M.H., Romanska N.M. (1974). Praktykum z biokhimii (syrovyna i produkty tvarynnoho pokhodzhennia) [Workshop on Biochemistry (raw materials and products of animal origin)]. Kyiv: Vyscha shkola, pp. 27–28 (in Ukrainian).*
8. *Sbornik normativno-tekhnologicheskoy dokumentatsii po tovarnomu rybovodstvu [Collection of normative-technical documentation for commercial fish farming]. Moskva: Agropromizdat Publ., 1986, Vol. 1, 2, 260 p. (in Russian).*
9. *Fylov V.A. (1988). Shkidlyci khimichni rechovyiny. Neorhanicheskiye spoluky I-IV hrup: Sprav. vyd. [Hazardous chemicals. Inorganic soluci I-IV group: Right]. Leningrad: Khymyia Publ., 512 p. (in Russian).*
10. *Plokhinskiy N.A. (1970). Biometriya [Biometrics]. Moskva: MGU Publ., 367 p. (in Russian).*

БІОРИЗНОМАНІТТЯ ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

УДК 631.95:632.95.022:632.95.027+631.4+631.468

БИОСЕНСОРНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВЕННОЙ МИКРОБИОТЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПЕСТИЦИДОВ

И.С. Бровко, Я.В. Чабанюк, С.В. Мазур, В.У. Ящук

Институт агроэкологии і природокористування НААН

Висвітлено перспективи застосування тест-смужок для оцінки токсичності пестицидів різних класів щодо ґрунтового мікробіоценозу, які активно використовуються в агротехнічній практиці на території України. Досліджено добір оптимальних культур-біосенсорів для оцінювання токсичної дії пестицидів із застосуванням тест-смужок. Обґрунтовано, що чутливість досліджуваних мікроорганізмів до певних пестицидів є різною, оскільки кожна тест-культура по-різному реагує на їх застосування.

Ключові слова: пестициди, біотестування, мікробіота, біосенсор, тест-культура, *Azotobacter*.

Накапливаясь в почве, пестициды способны влиять на развитие полезной микробиоты и патогенных микроорганизмов, ингибируя или стимулируя их рост, также их действие может распространяться на развитие болезней, рост, споруляцию, прорастание спор, выживание и конкурентно-сапрофитную активность почвенных микромицетов [1–3].

Большинство работ, посвященных изучению влияния пестицидов на почвенную микробиоту, построено на проведении полевых опытов, однако влажность почвы, значение ее рН, содержание тяжелых металлов и ряд других факторов, могут существенно изменять состав и численность микроорганизмов [4–7]. Поэтому для оценки действия данных веществ необходимо проводить лабораторные тесты, которые обеспечат стандартные контролируемые условия для всех образцов, а единственной переменной величиной будет непосредственно класс исследуемого пестицида.

Для определения чувствительности бактерий к действию конкретного пестицида используют диско-диффузионный метод,

который имеет ряд недостатков, особенно в отношении сложности учета и интерпретации результатов [8].

Альтернативой общепринятому методу определения токсичности пестицидов нами предложено экспресс-метод с использованием тест-полосок, изготовленных на основе инертных материалов с нанесением градиента концентраций пестицида, которые способны отображать наименьшие изменения чувствительности культуры. Преимущество такого теста заключается в его простоте, скорости подготовки и постановке.

Целью нашего исследования был подбор оптимальных культур биосенсоров для оценки токсичного воздействия пестицидов с применением тест-полосок.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценку токсичности пестицидов проводили в лабораторных условиях с применением тест-полосок, на поверхность которых нанесен градиент концентраций пестицидов, в следующих вариантах: вода (контроль), минимальная рекомендованная рабочая доза (РРД), средняя РРД, макси-

мальная РРД, доза, увеличенная в 2, 4, 10 раз относительно максимально рекомендованной. Минимальная ингибирующая концентрация (МИК) определялась по месту пересечения зоны задержки роста (ЗЗР) культуры с зоной полоски определенной концентрации. Обработку результатов проводили с помощью микробиологического анализатора BIOMIC V3 (Giles Scientific Inc., США). Для посева исследуемых микроорганизмов готовили гомогенные суспензии плотностью $1-2 \cdot 10^8$ клеток/мл, используя только чистые культуры. В качестве биосенсоров использовали микроорганизмы следующих родов: *Azotobacter* (*A. chroococcum*), *Rhizobium* (*R. leguminosarum*), *Bradyrhizobium* (*B. japonicum*), *Pseudomonas* (*P. fluorescens*), *Azospirillum* (*A. lipoferum*), *Bacillus* (*B. subtilis*), *Paenibacillus* (*P. polymyxa*) коллекции Института агроэкологии и природопользования НААН. Культивирование микроорганизмов проводили по общепринятым методикам, учет реакции осуществляли через 24, 48 и 72 часа (с целью исключения ошибочной интерпретации, ввиду возможного временного бактериостатического эффекта препарата).

Для оценки были выбраны пестициды, относящиеся к разным классам токсичности по отношению к почвенному микробиоценозу и активно использующиеся в агротехнической практике Украины, рабочие растворы готовили согласно инструкций фирм производителей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование гербицидов Пульсар и Захист не производили бактериостатический эффект ни на одну из тест-культур биосенсоров. Препарат Примэкстра Голд на какое-то время ингибировал рост микроорганизмов *R. leguminosarum* и *B. subtilis*, уменьшение ЗЗР последних имело место на третьи сутки, а использование гербицида Ураган Форте отразилось в виде бактериостатического эффекта на культуре *B. subtilis*. Использование фунгицида Фоликур привело к возобновлению роста микроорганизмов *A. chroococcum* и *B. subtilis* на третьи сутки проведения опыта. Наи-

более выраженным бактериостатическим действием характеризовался препарат Фастак, который на некоторое время ингибировал рост трех культур — *R. leguminosarum*, *P. fluorescens* и *A. lipoferum*.

Для исключения пролонгированного бактериостатического эффекта все варианты, в которых имело место возобновление роста на третьи сутки, инкубировали еще на протяжении 24 часов, однако площадь ЗЗР ни в одном варианте не изменилась.

Результаты проведенного анализа указывают на то, что касательно скорости реакции, оптимальной культурой-биосенсором является *P. polymyxa*, при использовании которой учет можно проводить уже через сутки, поскольку к этому времени формируется четкая ЗЗР (рисунок).

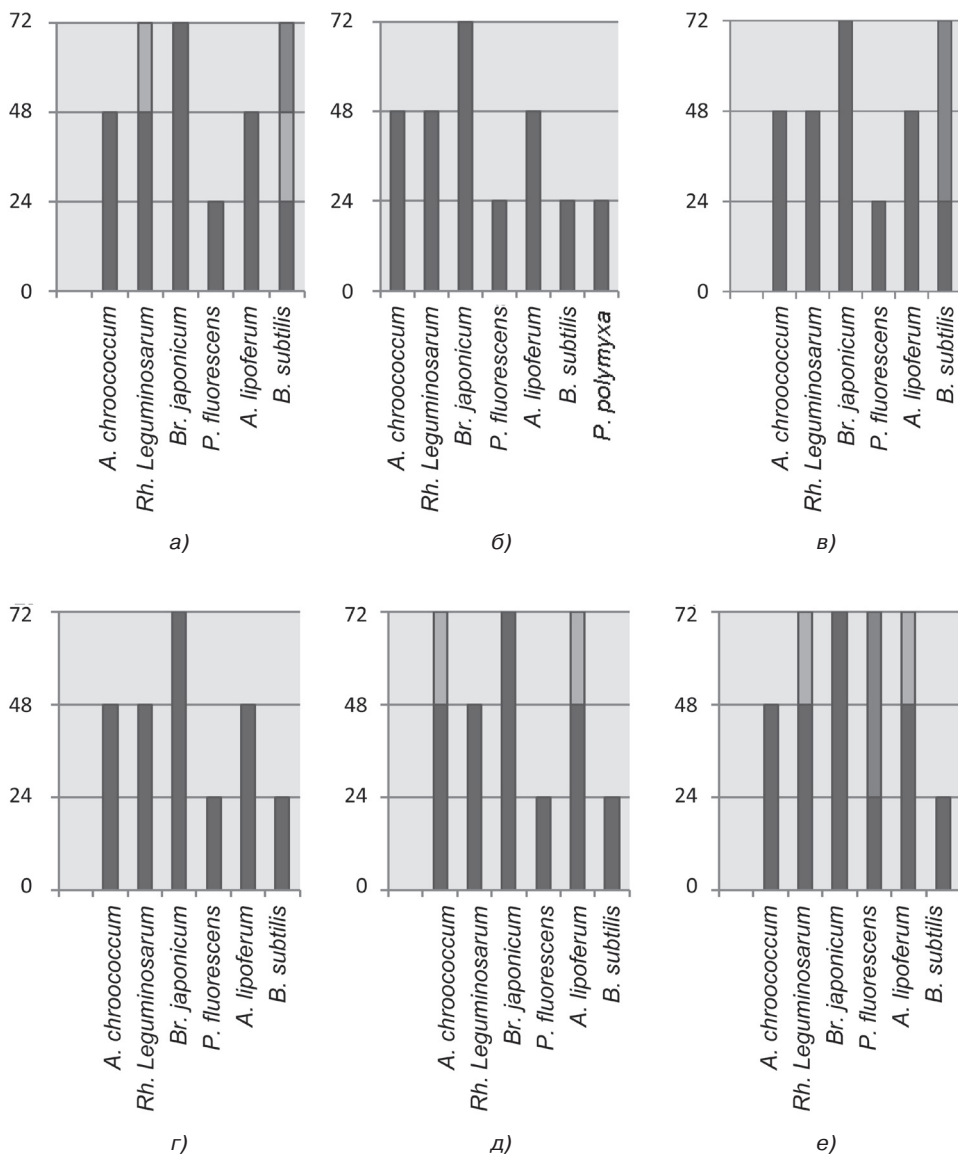
По тем же соображениям среди других тест-культур нужно выделить *P. fluorescens*, в случае с которой для всех исследуемых пестицидов, за исключением инсектицида Фастак, регистрацию реакции можно проводить в то же время.

Значительную скорость роста при бактериостатическом воздействии препарата показала культура-биосенсор *A. chroococcum*, четкая ЗЗР формировалась на вторые сутки и лишь под действием препарата Фоликур изменялась со временем.

Микроорганизмы *R. leguminosarum* и *A. lipoferum* по скорости роста не уступали *A. chroococcum*, однако время для отдельных исследуемых препаратов необходимо было увеличивать до 72 час. Следует отметить, что при одинаковой чувствительности разных микроорганизмов к одному и тому же пестициду показатель скорости формирования стойкой ЗЗР может служить поводом для выбора других бактерий в качестве биосенсоров.

Нестабильный рост показывали микроорганизмы *B. subtilis*, а необходимость увеличения срока инкубации до 72 час снижал их ценность как тест-культур.

Установлено, что при воздействии гербицида Примэкстра Голд все микроорганизмы, кроме *B. japonicum*, реагировали формированием ЗЗР, чувствительными оказались микроорганизмы рода *Azotobac-*



Скорость формирования стойкой ЗЗР с учетом бактериостатического влияния препарата: а) Примекстра Голд, б) Пульсар, в) Ураган Форте, г) Захист, д) Фоликур, е) Фастак (часов)

ter, где ингибирующее действие препарата имело место даже в рабочей концентрации, а также бактерии *A. lipoferum* та *P. polyмуха*.

Рост микроорганизмов *P. fluorescens* и *B. subtilis* прекращался в варианте с кон-

центрацией гербицида, увеличенной в 4 раза по сравнению с рекомендованной максимальной дозой. Значительную стойкость проявили бактерии *R. leguminosarum*, рост которых ингибировался лишь с применением 10-тикратной дозы.

К действующему веществу препарата Пульсар наибольшую чувствительность проявляли *P. polymyxa*, МИК для них служила двойная доза пестицида. Одинаковые значения чувствительности показывали культуры *A. chroococcum* и *A. lipoferum*, которые приостанавливались в росте при использовании четырехкратной максимальной концентрации препарата.

Малочувствительными к действию гербицида оказались микроорганизмы *P. fluorescens* и *B. subtilis*, рост которых прекращался при действии максимальной 10-кратной концентрации препарата. Два вида (*R. leguminosarum*, *B. japonicum*) не проявили реакции на действие гербицида. Для каждого из микроорганизмов рабочая концентрация препарата Пульсар не являлась токсичной.

Наименьшее отрицательное действие на микроорганизмы оказывал препарат Ураган Форте.

Лишь одна тест-культура (*P. fluorescens*) положительно откликнулась на его присутствие в среде с 10-кратной максимальной концентрацией, однако и тогда диаметр ЗЗР был незначительным.

Анализ реакции тест-культур на действие фунгицида Захист показал, что данный препарат характеризуется значительной антимикробной активностью, даже в разведениях, рекомендованных для рабочего раствора. Сверхчувствительность к данному препарату показали *B. japonicum*, *B. subtilis* и *P. polymyxa*, рост которых прекращался даже в вариантах с применением минимальных концентраций. Четко выраженное ингибирующее действие пестицида имело место также и в случае с бактериями *R. leguminosarum*, *A. chroococcum*, для которых МИК составляла средняя рабочая доза препарата.

Малочувствительными оказались *B. subtilis*, ЗЗР которых сформировалась лишь в случае с наибольшей концентрацией фунгицида. Не среагировала на препарат культура-биосенсор *A. lipoferum*.

Чувствительными сенсорами при действии препарата Фастак являются *A. chroococcum*, *R. leguminosarum* и *P. polymyxa*,

МИК которых отвечала двойной дозе препарата, а самыми стойкими в этом случае оказались микроорганизмы *B. subtilis* и *A. lipoferum* — ингибирование их роста имело место лишь при действии наибольшей концентрации этого инсектицида. Препарат Примэкстра Голд даже в рабочих дозах проявлял токсическое действие на *A. chroococcum*, а фунгицид Захист, применяемый в концентрациях, соответствующих рекомендованным дозам, тормозил рост всех микроорганизмов. Наименьшую чувствительность в качестве тест-культуры продемонстрировал к препарату Ураган Форте лишь один биосенсор (*P. fluorescens*) формированием ЗЗР.

Анализ чувствительности некоторых микроорганизмов к определенным пестицидам показал, что каждая тест-культура реагирует на них по-разному (таблица).

Самыми чувствительными сенсорами можно назвать *A. chroococcum* и *P. polymyxa*, рост которых прекращался даже при незначительном превышении рекомендованной дозы. Исключением был гербицид Ураган Форте, который по шкале токсичности относится к группе условно токсичных, возможно, пестициды этой категории требуют индивидуального подбора, так как лишь некоторые типы микроорганизмов реагируют на его умеренные концентрации.

Ценным свойством этих микроорганизмов как сенсоров является отсутствие взаимосвязи между степенью чувствительности и типом препарата. Все типы пестицидов (гербициды, фунгициды, инсектициды) провоцировали формирование ЗЗР. В целом, можно утверждать, что тест-культуры *A. chroococcum* и *P. polymyxa* могут быть использованы с целью определения токсического воздействия большинства пестицидов.

Высокую чувствительность к действию пестицидов показали бактерии вида *P. fluorescens* — для задержки их роста в трех случаях было достаточно использования четырехкратных доз, два препарата (Примэкстра Голд, Ураган Форте) проявляли бактерицидное действие в концентрациях, которые в 10 раз превышали рекомендо-

Рекомендуемые биосенсоры для некоторых пестицидов

Препарат	Тест-культура	Срок инкубации, час
Примекстра Голд	<i>P. polymyxa</i>	24
	<i>P. fluorescens</i>	24
	<i>A. chroococcum</i>	48
Пульсар	<i>P. polymyxa</i>	24
	<i>P. fluorescens</i>	24
	<i>A. chroococcum</i>	48
Ураган Форте	<i>P. fluorescens</i>	24
Захист	<i>P. polymyxa</i>	24
	<i>A. chroococcum</i>	48
Фоликур	<i>P. polymyxa</i>	24
	<i>P. fluorescens</i>	24
Фастак	<i>P. polymyxa</i>	24
	<i>A. chroococcum</i>	48
	<i>P. fluorescens</i>	48

ванную дозу. Помимо этого, *P. fluorescens* является единственной тест-культурой, позитивно среагировавшей на малотоксичный препарат Ураган Форте, что свидетельствует о ее диагностической ценности.

Умеренная чувствительность зафиксирована в варианте с тест-культурой *B. subtilis* — только один пестицид не привел к формированию ЗЗР, большинство исследуемых препаратов отрицательно влияли на рост этих микроорганизмов при увеличении их концентраций в 10 раз, а чувствительность данной культуры не зависела от типа препарата.

ВЫВОДЫ

Анализ данных чувствительности исследуемых микроорганизмов к отдельным пестицидам показал, что каждая тест-культура по-разному реагирует на их применение. Чувствительными сенсорами можно

считать *A. chroococcum* и *P. polymyxa*. Сравнивая полученные данные скорости формирования устойчивой зоны задержки роста и чувствительности микроорганизмов к действию конкретных препаратов, можно утверждать, что сенсоры *P. polymyxa* и *P. fluorescens* пригодны для биотестирования различных типов пестицидов. При изучении реакции предложенных тест-культур на другие виды пестицидов необходимо контролировать зону задержки роста через сутки после ее формирования для исключения бактериостатического действия препарата и неточностей интерпретации результатов.

Все исследуемые пестициды, за исключением гербицида Ураган Форте, в разной степени проявляли токсичное воздействие в отношении микроорганизмов-индикаторов. Полученные данные требуют пересмотра регламентов применения пестицидов при проведении их экологической экспертизы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ананьева Н.Д.* Оценка устойчивости микробных комплексов почв к природным и антропогенным воздействиям / Н.Д. Ананьева, Е.В. Благодатская, Т.С. Демкина // Почвоведение. — 2002. — № 5. — С. 580–587.
2. *Бублик Л.І.* Методи моніторингу забруднення пестицидами ґрунту агроценозів / Л.І Бублик, І.В. Крук, Л.С. Крук // Захист і карантин рослин. — 2008. — Вип. 54. — С. 87–99.
3. *Тараненко С.В.* Вплив різних технологій вирощування кукурудзи на ґрунтові мікроорганізми [Електронний ресурс] / С.В. Тараненко // Наукові доповіді НУБіП України. — 2015. — № 53.

- Режим доступу: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1439306>
4. Assessing the risk of pesticide environmental impact in several Argentinian cropping systems with a fuzzy expert indicator / M. Arregui, D. S'anchez, R. Althaus et al. // *Pest Management Science* — 2010. — Vol. 66, No. 7. — P. 736–740.
 5. *Карпачевский Л.О.* Биодиагностика почв и ее роль в биогеоценологических исследованиях / Л.О. Карпачевский // Биологическая диагностика почв. — М.: Наука. — 1976. — С. 113–114.
 6. Monitoring of pesticide residues in human milk, soil, water, and food samples collected from Kafr

El-Zayat Governorate / S. Dogheim, E. Mohamed, S. Alla et al. // *J. AOAC Int.* — 1996. — Vol. 79, No. 1. — P. 111–116.

7. Екологічна оцінка впливу пестицидів та агрохімікатів на ґрунтові мікроорганізми: методичні рекомендації / Я.В. Чабанюк, О.В. Шерстобоева, В.В. Чайковська та ін. — К., 2015. — 63 с.
8. *Тертична О.В.* Модифікація методу дифузії в агар для визначення чутливості мікроорганізмів до пестицидів / О.В. Тертична // *Агроекологічний журнал*. — 2004. — № 4. — С. 68–70.

REFERENCES

1. Ananeva N.D., Blagodatskaya Ye.V., Demkina T.S. (2002). *Otsenka ustoychivosti mikrobnnykh kompleksov pochv k prirodnyim i antropogennym vozdeystviyam* [Assessment of the stability of soil microbial complexes to natural and anthropogenic influences]. *Pochvovedenie* [Soil science]. No. 5, pp. 580–587 (in Russian).
2. Bublyk L.I., I.V. Kruk I.V., Kruk L.S. (2008). *Metody monitoryngu zabrudnennia pestytsydamy gruntu ahrotsenoziiv* [Methods for monitoring soil pollution by pesticides agrocenoses]. *Zakhyst i karantyn roslyn* [Protection and plant quarantine]. Iss. 54, pp. 87–99 (in Ukrainian).
3. Taranenko S.V. (2015). *Vplyv tekhnolohii vyroshchuvannia kukurudzy na gruntovi mikroorhanizmy* [The impact of technology growing corn on soil microorganisms]. [Electronic resource]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy* [Scientific reports NUBiP Ukraine]. No. 53. Access mode: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1439306> (in Ukrainian).
4. Arregui M., S'anchez D., Althaus R. (2010). Assessing the risk of pesticide environmental impact in several Argentinian cropping systems with a fuzzy expert indicator, *Pest Management Science*, Vol. 66, No. 7, pp. 736–740 (in English).
5. Karpachevskiy L.O. (1976). *Biodiagnostika pochv i ee rol v biogeotsenoticheskikh issledovaniyakh* [Biological diagnosis of soil]. Moskva: Nauka Publ., pp. 113–114 (in Russian).
6. Dogheim S., Mohamed E., Alla S. (1996). Monitoring of pesticide residues in human milk, soil, water, and food samples collected from Kafr El-Zayat Governorate, *J. AOAC Int.*, Vol. 79, No. 1, pp. 111–116 (in English).
7. Chabaniuk Ya.V., Sherstoboieva O.V., Chaikovska V.V. (2015). *Ekolohichna otsinka vplyvu pestytsydiv ta ahrokhimikativ na gruntovi mikroorhanizmy: metodychni rekomendatsii* [Environmental impact assessment of pesticides and agrochemicals on soil organisms: guidelines]. Kyiv, 63 p. (in Ukrainian).
8. Tertychna O.V. (2004). *Modyfikatsiia metodu dyfuzii v ahar dlia vyznachennia chutlyvosti mikroorhanizmiv do pestytsydiv* [Modification agar diffusion method for determining the sensitivity of microorganisms to pesticides]. *Ahroekolohichni zhurnal* [Agroecological journal]. No. 4, pp. 68–70 (in Ukrainian).

РІЗНОМАНІТТЯ БУЛЬБОЧКОВИХ БАКТЕРІЙ КВАСОЛІ В АГРОЦЕНОЗАХ УКРАЇНИ

Д.В. Крутило¹, О.В. Надкернична¹, О.В. Шерстобоева²

¹ Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН

² Інститут агроекології і природокористування НААН

Із ґрунтів різних регіонів України вилучено 50 штамів бульбочкових бактерій квасолі та вивчено їх біологічне різноманіття. Встановлено, що нові штами *Rhizobium phaseoli* істотно відрізняються за чутливістю до антибіотиків, серологічними та генетичними властивостями. За антигенним складом досліджені бульбочкові бактерії віднесено до різних серологічних груп. Із застосуванням методу ПЛП-RFLP ITS-регіону виявлено значний генетичний поліморфізм мікросимбіонтів квасолі, виділених із ґрунтових популяцій ризобій. За рестрикційними профілями 16S-23S рДНК їх вперше розділено на різні ITS-типи.

Ключові слова: *Rhizobium phaseoli*, серологічне різноманіття, генетичний поліморфізм, ПЛП-RFLP, ITS-регіон.

Виробнича діяльність людей унаслідок застосування інтенсивних новітніх технологій дедалі більше здійснює втручання у процеси, що відбуваються в біосфері, порушуючи структурно-функціональні зв'язки, чим нерідко спричиняє небажані екологічні наслідки. Тому загроза глобальної екологічної кризи потребує розробки наукових основ раціонального природокористування, обґрунтування і реалізації програми стійкого розвитку суспільства загалом та агросфери зокрема. Симбіотична взаємодія бобових рослин із азотфіксуювальними бульбочковими бактеріями та її використання для розв'язання проблеми забезпечення високобілковою продукцією тваринництва, а людства якісними продуктами є одним із багатьох прикладів інтенсифікації агропромисловості природними шляхами [1].

Відомо, що квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.) посідає друге місце після сої за площами посівів у світі. Для України вона є традиційною зернобобовою культурою. Аналіз літературних даних свідчить, що найближчим часом посівні площі цієї важливої культури будуть поступово збільшуватися.

Квасоля належить до бобових культур, які здатні вступати у симбіотичні взаємовідносини з різними ризобіальними партнерами [2]. На сьогодні відомо багато видів ризобій — симбіонтів квасолі, зокрема: *Rhizobium etli*, *R. phaseoli* (раніше розглядався як біовар виду *R. leguminosarum* bv. *phaseoli*), *R. tropici*, *R. gallicum*, *R. leucaenae*, *R. lusitanum*, *R. pisi*, *R. freirei* та *R. giardinii* [3, 4].

Слід зауважити, що системного вивчення бульбочкових бактерій квасолі, поширених у ґрунтах України, майже не проводилось. Тому дослідження фенотипічних та генетичних властивостей ризобій квасолі, що зумовлюють їх поліморфізм та адаптивність до певних екологічних умов, досі залишаються актуальними. Також особливої уваги потребує вивчення ґрунтових популяцій мікросимбіонтів квасолі, оскільки природні штами часто здатні конкурувати в процесі утворення бульбочок з інтродукованими в агроценози біоагентами мікробних препаратів. Ці дослідження дають змогу встановити закономірності формування місцевих популяцій бульбочкових бактерій квасолі в різних агроценозах та виявити штами з добре вираженими цінними господарськими властивостями

Метою нашої роботи було вивчити різноманіття бульбочкових бактерій квасолі у природних популяціях ризобій, отримати нові активні штами та провести їх серологічне і генетичне типкування.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктами досліджень були бактерії виду *R. phaseoli* — представники ґрунтових популяцій ризобій квасолі.

Штами бульбочкових бактерій виділяли з бульбочок зернової та овочевої квасолі, яку вирощували на зразках ґрунтів, відібраних у різних регіонах України: дерново-підзолистому ґрунті — Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (ІСМАВ, м. Чернігів), темно-сірому ґрунті — Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН» (сmt Чабани), сірому лісовому ґрунті — Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН (м. Вінниця).

Морфологічні, культуральні та фізіологічні властивості ризобій досліджували загальноприйнятими методами [5, 6]. Чутливість бактерій до антибіотиків вивчали методом дифузії в агарі з використанням дисків. Електронно-мікроскопічні дослідження ризобій проводили методом негативного контрастування. Клітини розглядали на електронному мікроскопі B-S540 Tesla при 75 кВ та робочому збільшенні на екрані: $\times 10000$. Для ідентифікації чистих культур бульбочкових бактерій використовували визначник Бергі [7].

Різноманіття бульбочкових бактерій квасолі оцінювали за допомогою серологічного методу. Поліклональні О-антисироватки до штамів ризобій квасолі *R. phaseoli* 700 (стандартний штам), *R. phaseoli* ФБ1 та *R. phaseoli* ФДЗ отримували за методикою О.А. Берестецького [6] у власній модифікації. Бульбочкові бактерії вирощували на твердому гороховому середовищі, бактеріальну масу змивали зі скосів агару фізіологічним розчином та осаджували центрифугуванням. До осаду клітин бактерій додавали по 5 мл фізіологічного розчину та 2,5%-го розчину глютарового альдегіду

і залишали у холодильній камері. Через одну добу бактеріальні клітини відмивали від глютарового альдегіду, осад ресуспендували і доводили титр антигена до 10^6 – 10^8 клітин/мл.

Схема імунізації дослідних тварин (кролів) включала шість ін'єкцій зі зростаючою дозою антигена, з підшкірним та внутрішньошкірним його введенням. Титр антисироваток та їх специфічність визначали за реакцією аглютинації методом Грубера — Відаля [8]. Як гетерологічні антигени використовували повільно- та швидкоорослі бульбочкові бактерії різних видів, що зберігаються у колекції корисних ґрунтових мікроорганізмів ІСМАВ.

Для оцінки внутрішньовидового різноманіття штамів бульбочкових бактерій квасолі проводили RFLP-аналіз послідовності між генами 16S рРНК та 23S рРНК (ITS-регіону).

ДНК виділяли з п'ятидобових культур за допомогою набору «ДНК-сорб Б» (метод швидкого лізису). Ампліфікацію міжгенного спейсера 16S-23S рДНК здійснювали за допомогою праймерів FGPS1490-72 та FGPL132-38 [9, 10]. Температурно-часовий профіль ампліфікації: денатурація при 94°C — 30 с, віджиг праймерів при 55°C — 30 с, синтез комплементарного ланцюга при 72°C — 1 хв (30 циклів).

Рестрикцію ПЛР-продуктів проводили з використанням ендонуклеаз рестрикцій *MspI*, *HaeIII*, *NdeII* (Fermentas, США) згідно із інструкцією виробника. Оброблену рестриктазами ДНК аналізували за допомогою електрофорезу у 2,5%-му агарозному гелі. Розмір отриманих фрагментів ДНК визначали за допомогою комп'ютерної програми Total Lab v. 2.01.

Математичну обробку даних проводили за Б.О. Доспеховим [11] із застосуванням комп'ютерної програми Statistica 7.0.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Квасолію звичайну сортів Мавка (зернова квасоля) та Amazone (овочева квасоля) вирощували на зразках дерново-підзолистого, темно-сірого та сірого лісового ґрунтів з різними за щільністю популя-

ціями бульбочкових бактерій квасолі. З відібраних корневих бульбочок квасолі були отримані 50 ізолятів ризобій і вивчені їх морфолого-культуральні та фізіологічні властивості.

Встановлено, що досліджувані культури бульбочкових бактерій схожі між собою за морфологічними ознаками (рис. 1). Клітини бактерій мають форму злегка зігнутих паличок, розмір яких становить 0,7–1,0 мкм завширшки та 1,8–2,3 мкм завдовжки. Вони не утворюють спор, характеризуються рухливістю та є грамнегативними.

На твердому гороховому середовищі усі досліджувані ізоляти, незалежно від їх еколого-географічного походження, характеризуються швидким ростом. У чашках Петрі на 3–4-й день росту колонії мали округлу форму, за консистенцією — слизисті, напівпрозорі. Діаметр колоній становив 2–3 мм. Культури не росли на м'ясопептонному агарі. На поверхні лакмусового молока колонії утворювали прозору слизисту зону, розміри якої дещо різняться залежно від досліджуваної культури. Реакція середовища (рН) знижувалася до кислої.

Під час аналізу особливостей використання досліджуваними ризобіями джерел вуглецю було встановлено, що 95% ізолятів добре ростуть на середовищах з сахарозою, глюкозою, лактозою, мальтозою, фруктозою та манітом. Використання джерел мінерального азоту отриманими ізолятами є індивідуальною ознакою, хоча, загалом, вони краще ростуть на середовищах з амонійними солями та азотнокислим калієм. Переважно засвоюють відновлені форми азоту.

Усі отримані культури бульбочкових бактерій вступають в симбіотичні зв'язки з квасолею звичайною, утворюючи на коренях рослин активні червоні бульбочки.

На основі морфолого-культуральних, фізіологічних та симбіотичних властивостей отримані штами швидкорослих бульбочкових бактерій були ідентифіковані за визначником Бергі як *R. phaseoli*.

Для оцінки різноманіття бульбочкових бактерій у ґрунтових популяціях часто використовують тест на антибіотикорезистентність. Чутливість до антибіотичних



Рис. 1. Морфологія клітин бульбочкових бактерій квасолі, експоненційна фаза росту, збільшення: $\times 10000$

речовин також є однією з таксономічно важливих характеристик цих мікроорганізмів. Зважаючи на це, ми вивчали резистентність отриманих штамів ризобій квасолі до антибіотиків різної біологічної дії.

Виявлено, що досліджувані штами, загалом, подібні за чутливістю до антибіотиків. Так, бульбочкові бактерії *R. phaseoli* — ФБ1, ФМ1, ФА2, ФД1, ФД3, як і стандартний штам *R. phaseoli* 700 (табл. 1), виявились чутливими до різних інгібіторів, а саме: синтезу компонентів клітинної стінки (групи пеніциліну і цефалоспорино), синтезу білка (групи аміноглікозидів, макролідів та нітрофуранів), транскрипції і синтезу нуклеїнових кислот (група хінолонів), а також до інгібіторів функціонування цитоплазматичних мембран (група азолів). Лише до антибіотика оксациліну всі штами ризобій проявили резистентність, про що свідчить відсутність зон затримки їх росту.

Поряд із тим порівняння зон затримки росту дало змогу розділити досліджувані штами на дві групи. Так, штами *R. phaseoli* — ФБ1, ФМ1, ФА2 виявились подібними за цією ознакою, утворюючи окрему групу. Вони мали більш виражену чутливість до амоксициліну, ампіциліну, цефазоліну, амікацину, канаміцину, еритроміцину, ципрофлоксацину та були менш чутливими до фурадоніну, ніж штами другої групи *R. phaseoli* — ФД1 і ФД3. Крім того, зони

Чутливість штамів бульбочкових бактерій квасолі до антибіотиків

Механізм біологічної дії	Антибіотик	Зона затримки росту, мм					
		Штами <i>Rhizobium phaseoli</i>					
		700	ФБ1	ФМ1	ФА2	ФД1	ФД3
Інгібітори синтезу компонентів клітинної стінки	Оксацилін	0	0	0	0	0	0
	Левоміцетин	57±2	17±2	17±3	16±1	26±2	26±1
	Амоксицилін	75±2	88±1	86±2	89±1	49±2	48±2
	Ампіцилін	58±2	75±1	76±1	75±3	33±1	32±1
	Цефотаксим	74±2	89±1	81±1	86±1	71±2	64±1
	Цефтріаксон	84±1	89±1	82±2	88±1	71±4	68±2
	Цефалексин	58±2	88±1	83±1	87±2	63±1	68±1
	Цефазолін	18±2	87±2	85±3	87±1	37±2	35±2
Інгібітори синтезу білка	Гентаміцин	29±2	56±1	56±1	53±3	54±3	55±1
	Амікацин	45±1	63±1	64±2	63±1	27±1	30±2
	Канаміцин	15±2	63±1	58±1	64±2	15±2	17±1
	Еритроміцин	37±1	53±2	50±1	53±1	35±1	36±1
	Фурадонін	9±1	11±1	9±1	13±1	21±2	22±1
Інгібітори транскрипції і синтезу нуклеїнових кислот	Ципрофлоксацин	87±1	89±1	87±1	88±2	57±4	59±3
	Норфлоксацин	11±1	12±1	14±1	14±1	10±2	10±1
Інгібітори функціонування цитоплазматичних мембран	Поліміксин	12±1	13±1	13±1	12±2	12±1	13±1

затримки росту у представників двох груп штамів відрізнялись у 1,4–4,3 раза.

Наступним етапом нашої роботи було серологічне типування штамів бульбочкових бактерій квасолі різного еколого-географічного походження.

Із застосуванням модифікованих схем імунізації кролів були отримані імунні антисироватки до стандартного штаму *R. phaseoli* 700 і нових активних штамів бульбочкових бактерій квасолі *R. phaseoli* – ФБ1 та ФД3. Титр антисироваток у реакції аглютинації становив – 1:2560, 1:5120 та 1:5120 відповідно, робоче розведення – 1:200.

Усі антисироватки проявили високу специфічність, вони не вступали в реакцію з жодним із 24 досліджених штамів, що належать до п'яти родів бульбочкових

бактерій: *Bradyrhizobium*, *Ensifer*, *Neorhizobium*, *Mezorhizobium* та *Rhizobium*. Не спостерігалось також позитивної перехресної реакції із штамми ризобій квасолі, до яких отримано антисироватки (*R. phaseoli* 700, *R. phaseoli* ФБ1 та *R. phaseoli* ФД3).

Для вивчення серологічного різноманіття бульбочкових бактерій квасолі були відібрані 40 штамів, вилучених із ґрунтів різних регіонів України. У роботі також використовували штам: стандартний – *R. phaseoli* 700 та типовий – *R. phaseoli* VKM В-1966.

Аналіз серологічних властивостей виділених штамів *R. phaseoli* засвідчив, що вони розрізняються за антигенним складом і належать до різних серологічних груп (табл. 2). Найбільшим серологічним різ-

Таблиця 2

Реакція культуральних антигенів штамів бульбочкових бактерій квасолі

Антигени (штами мікроорганізмів)	Географічне походження	Антисироватки			Неідентифіковані штами
		700	ФБ1	ФД3	
<i>R. phaseoli</i> 700	Мексика	+	-	-	-
<i>R. phaseoli</i> VKM В-1966	США	-	-	-	+
<i>R. phaseoli</i> – ФБ1, ФБ2, ФБ3, ФА2, ФА3, ФА4	Україна, Чернігівська обл.	-	+	-	-
<i>R. phaseoli</i> – ФД3, ФД1, ФД5, ФД6, ФД7, ФД8, ФД9, ФД10	Україна, Чернігівська обл.	-	-	+	-
<i>R. phaseoli</i> – ФМ1, СА3	Україна, Чернігівська обл.	-	-	-	+
<i>R. phaseoli</i> – ФК1, ФК2, ФК3, ФК4, ФК5, ФК6, ФК7, ФК8, ФК9, ФК10	Україна, Київська обл.	-	-	-	+
<i>R. phaseoli</i> – ФВ1, ФВ4, ФВ9, ФВ12, ФВ13, ФВ14	Україна, Вінницька обл.	-	+	-	-
<i>R. phaseoli</i> – ФВ2, ФВ3, ФВ5, ФВ6, ФВ7, ФВ8, ФВ10, ФВ11	Україна, Вінницька обл.	-	-	-	+

номаніттям характеризувалися штами бульбочкових бактерій квасолі (16 од.), вилучені з ґрунтів Чернігівської обл., які віднесено до двох серологічних груп – ФБ1 та ФД3. Лише два штами з цієї вибірки (*R. phaseoli* – ФМ1 та СА3) не були серологічно ідентифіковані. Також 43% штамів *R. phaseoli*, поширених у сірому лісовому ґрунті Вінницької обл., позитивно реагували з антисироваткою ФБ1, а інші ризобії відносились до неідентифікованих серогруп. Слід наголосити, що жоден із штамів (10 од.), вилучених із досліджуваної популяції ризобій квасолі в темно-сірому ґрунті Київської обл., не реагував з антисироватками ФБ1, ФД3 та 700.

В агроценозах України не виявлено бульбочкових бактерій квасолі, які належать до серогрупи 700, що, імовірно, обумовлено географічним походженням штаму *R. phaseoli* 700 (Мексика). Типовий штам ризобій квасолі *R. phaseoli* VKM В-1966 також не належить до серогруп ФБ1, ФД3, представники яких трапляються в ґрунтах України.

Отже, отримані нові штами бульбочкових бактерій квасолі мають істотні відмінності, і за складом соматичних антигенів розділяються на різні серологічні групи. Співвідношення штамів, що належать до різних серологічних груп, значно відрізняється залежно від територіальної зональності України. Найбільш серологічно різноманітними виявились ризобії квасолі, виділені з агроценозів Чернігівській обл.

Слід зауважити, що останнім часом для аналізу природних популяцій бульбочкових бактерій широко використовують методи молекулярної екології. Ідентифікацію мікроорганізмів здійснюють за допомогою детекції різних генів-маркерів. Метод, оснований на порівняльному аналізі послідовностей гена 16S рРНК, став популярним для проведення таксономічних досліджень. Проте використання цього гена як маркера доволі часто ускладнюється тим, що він може входити до складу геному бактерій у декількох копіях, піддаватися горизонтальному переносу і, зважаючи на високу консервативність його нуклеотидної послі-

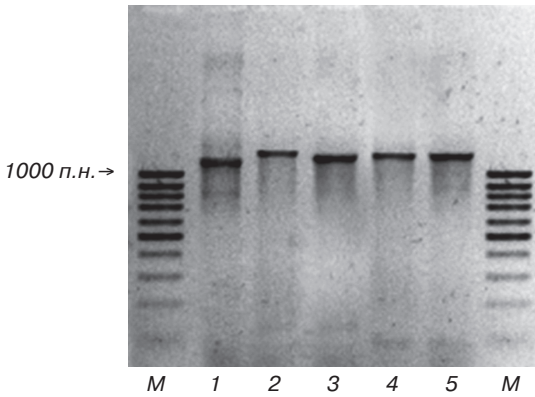


Рис. 2. Електрофореграма продуктів ампліфікації 16S-23S рДНК ITS-регіонів різних штамів бульбочкових бактерій квасолі: М — маркер молекулярної маси; штами *Rhizobium phaseoli*: 1 — VKM B-1966 (типовий штам), 2 — ФБ1, 3 — ФДЗ, 4 — ФМ1, 5 — ФА2

довності серед близьких видів, дає змогу ідентифікувати бактерії, в основному, на рівні роду. Дослідження міжгенного регіону 16S-23S рРНК (ITS-регіон) є більш перспективним для оцінки міжвидового та внутрішньовидового різноманіття бульбочкових бактерій.

Під час вивчення молекулярно-генетичного поліморфізму штамів ризобій квасолі, що належать до різних серологічних груп, проводили рестрикційний аналіз ампліфікованої з використанням праймерів FGPS1490-72 і FGPL132-38 послідовності міжгенного ITS-регіону.

За ампліфікації ділянки спейсера в усіх досліджуваних штамів був отриманий один фрагмент розміром 1260–1450 п.н. (рис. 2), який потім порізно розщеплювали трьома ферментами ендонуклеазами рестрикції *MspI*, *HaeIII* та *NdeII*, що впізнають відповідні чотирихнуклеотидні послідовності C[^]CGG, GG[^]CC та [^]GATC.

Рестрикційні профілі ITS-регіонів штамів бульбочкових бактерій квасолі наведено на рисунку 3. Продемонстра-

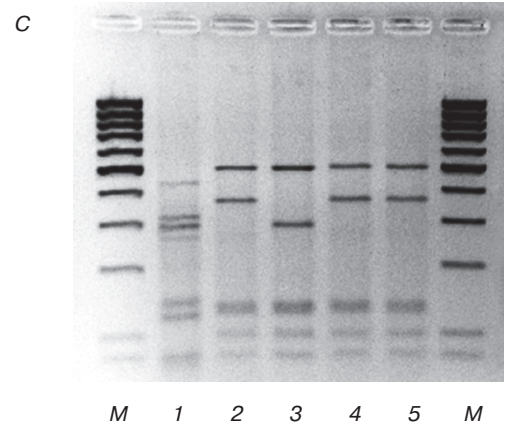
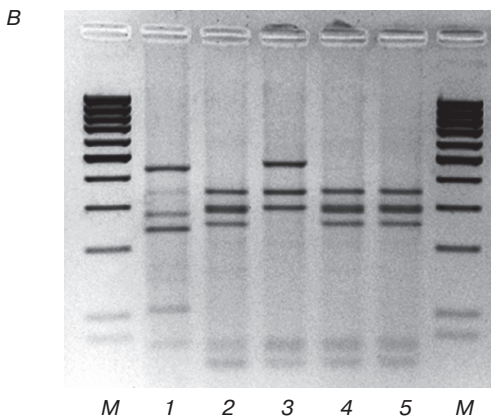
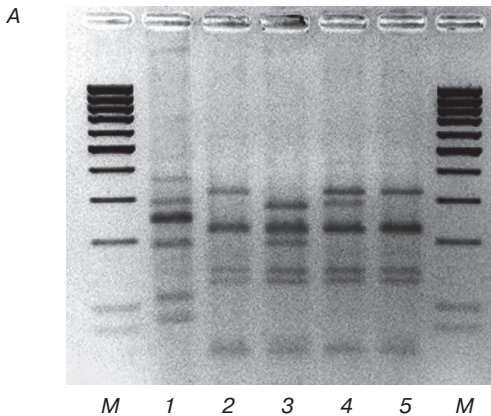


Рис. 3. Електрофоретичний аналіз продуктів рестрикції міжгенного спейсера 16S-23S рДНК штамів ризобій квасолі після обробки рестриктазами *MspI* (А), *HaeIII* (В), *NdeII* (С): М — маркер молекулярної маси; штами *Rhizobium phaseoli*: 1 — VKM B-1966 (типовий штам), 2 — ФБ1, 3 — ФДЗ, 4 — ФМ1, 5 — ФА2

но, що внаслідок незалежного розщеплення ампліфікатів 16S-23S рДНК трьома ферментами кількість утворених фрагментів ДНК варіювала у межах 5–7 од. Порівняння рестрикційних патернів свідчить, що за використання кожної рестриктази формувалася свій характерний набір фрагментів.

Встановлено, що кожний штам бульбочкових бактерій квасолі характеризувався унікальним фінгерпринтом, який мав різну кількість рестрикційних фрагментів ДНК з різною молекулярною масою (табл. 3).

Отримані дані демонструють високий ступінь гетерогенності досліджуваних штамів ризобій квасолі, які віднесено до різних ITS-типів. Так, штами бульбочкових бактерій квасолі за схожістю рестрикційних профілів ДНК, отриманих унаслідок застосування рестриктази *MspI*, було розподілено

на чотири ITS-типи (MI–MIV). Типовий штам *R. phaseoli* VKM B-1966 характеризувався унікальним патерном, мав лише один спільний фрагмент (290 п.н.) із виділеними нами штамми *R. phaseoli* – ФДЗ та ФМ1 і був віднесений до MI ITS-типу. Штами *R. phaseoli* – ФБ1, ФДЗ, ФМ1 генерували різну кількість фрагментів і, незважаючи на наявність спільних фрагментів за рестрикційними профілями 16S-23S рДНК, утворювали різні ITS-типи (MII, MIII та MIV). Однаковими за організацією міжгенного спейсера виявилися штами *R. phaseoli* – ФБ1 та ФА2.

Рестрикційний аналіз ITS-регіону за використання ферментів *HaeIII* та *NdeII* підтвердив виявлену гетерогенність штамів бульбочкових бактерій квасолі за цим генетичним маркером. Так, за допо-

Таблиця 3

ITS-типи та рестрикційні патерни, отримані під час ПЛР-RFLP аналізу 16S-23S рДНК ризобій квасолі

Штами мікроорганізмів	Розмір фрагментів (п.н.)	Кількість фрагментів	рДНК ITS-типи
рестриктаза <i>MspI</i>			
<i>R. phaseoli</i> VKM B-1966	90, 110, 200, 260, 290, 380	6	MI
<i>R. phaseoli</i> ФБ1	70, 130, 150, 230, 340	5	MII
<i>R. phaseoli</i> ФДЗ	70, 130, 150, 200, 230, 290	6	MIII
<i>R. phaseoli</i> ФМ1	70, 130, 150, 230, 290, 340	6	MIV
<i>R. phaseoli</i> ФА2	70, 130, 150, 230, 340	5	MII
рестриктаза <i>HaeIII</i>			
<i>R. phaseoli</i> VKM B-1966	70, 110, 250, 290, 360, 460	6	HI
<i>R. phaseoli</i> ФБ1	60, 70, 260, 300, 360	5	HII
<i>R. phaseoli</i> ФДЗ	60, 70, 300, 360, 480	5	HIII
<i>R. phaseoli</i> ФМ1	60, 70, 260, 300, 360	5	HII
<i>R. phaseoli</i> ФА2	60, 70, 260, 300, 360	5	HII
рестриктаза <i>NdeII</i>			
<i>R. phaseoli</i> VKM B-1966	80, 120, 140, 260, 300, 320, 440	7	NI
<i>R. phaseoli</i> ФБ1	50, 80, 100, 130, 380, 520	6	NI
<i>R. phaseoli</i> ФДЗ	50, 80, 100, 130, 300, 520	6	NIII
<i>R. phaseoli</i> ФМ1	50, 80, 100, 130, 380, 520	6	NI
<i>R. phaseoli</i> ФА2	50, 80, 100, 130, 380, 520	6	NI

могою кожної з рестриктаз досліджувані штами ризобій квасолі були віднесені до трьох ITS-типів — *HI*, *III*, *III* та *NI*, *MI*, *MI* відповідно. Штами *R. phaseoli* — ФБ1, ФМ1 і ФА2 виявилися подібними за рестрикційними профілями (*III* і *MI* ITS-типи) і відрізнялися від штаму *R. phaseoli* ФДЗ, який віднесено до *III* та *MI* ITS-типів. Патерни типового штаму *R. phaseoli* VKM B-1966 істотно відрізнялися від патернів виділених нами штамів ризобій квасолі, що свідчить про їхню генетичну різноманітність.

Слід зауважити, що поділ штамів на ITS-типи за використання рестриктаз *HaeIII* та *NdeII* відповідає їх поділу на різні серологічні групи (ФБ1 та ФДЗ відповідно). Тобто отримані дані можуть свідчити про існування певного зв'язку між організацією ITS-регіону та антигенною структурою штамів бульбочкових бактерій квасолі.

Отже, отримані результати свідчать, що штами бульбочкових бактерій квасолі, вилу-

чені з досліджуваних популяцій ризобій, мають істотні генетичні відмінності. На основі рестрикційних профілів 16S-23S рДНК вони вперше розділені на різні ITS-типи.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що ризобії квасолі різного географічного походження істотно розрізняються за антигенним складом і відносяться до різних серологічних груп.

Із застосуванням методу ПЛР-RFLP ITS-регіону виявлено значний генетичний поліморфізм бульбочкових бактерій квасолі, поширених у агроценозах України. За рестрикційними профілями 16S-23S рДНК їх вперше розділено на різні ITS-типи.

Отримані результати є основою для подальшого вивчення серологічних та генетичних властивостей ризобій квасолі, що дасть змогу розширити уявлення про особливості формування популяцій мікросимбіонтів цієї культури в ґрунтах України та їх здатність адаптуватись до конкретних екологічних умов.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шерстобоева О.В. Екологічні, економічні та соціальні передумови біологічного землеробства // Агроекологічний журнал. — 2007. — № 1. — С. 67–70.
2. *Phaseolus vulgaris* is a non-selective host for nodulation / J. Michiels, B. Dombrecht, N. Vermeiren et al. // FEMS Microbiol. Ecol. — 1998. — Vol. 26 (3). — P. 193–205.
3. *Rhizobium etli* and *Rhizobium gallicum* nodulate common bean (*Phaseolus vulgaris*) in a traditionally managed milpa plot in Mexico: population genetics and biogeographic implications / C. Silva, P. Vinuesa, L.E. Eguiarte et al. // Appl. Environ. Microbiol. — 2003. — Vol. 69. — P. 884–893.
4. *Rhizobium freirei* sp. nov., a symbiont of *Phaseolus vulgaris* that is very effective at fixing nitrogen / R.F. Dall'Agnol, R.A. Ribeiro, E. Ormeno-Orrillo, et al. // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. — 2013. — Vol. 63. — P. 4167–4173.
5. Большой практикум по микробиологии / Под общ. ред. Г.Л. Селибера. — М.: Высшая школа, 1962. — 491 с.
6. Берестецкий О.А. Методические рекомендации по получению новых штаммов клубеньковых бактерий и оценке их эффективности / О.А. Берестецкий. — Л., 1979. — 33 с.
7. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. The Proteobacteria. Part A + B + C / [Eds. D.J. Brenner, N.R. Krieg, J.T. Staley; Editor-in-chief G.M. Garrity]. — New York, NY: Springer SBM, 2nd ed., 2005. — Vol. 2. — 2800 p.
8. Кэбот Э. Экспериментальная иммунология / Э. Кэбот, Б. Мейер. — М.: Медицина, 1968. — 677 с.
9. *Ponsonnet C.* Identification of *Agrobacterium* strains by PCR-RFLP analysis of pTi and chromosomal regions / C. Ponsonnet, X. Nesme // Arch. Microbiol. — 1994. — Vol. 161. — P. 300–309.
10. ITS analysis of procaryotes / P. Normand, C. Ponsonnet, X. Nesme et al. // Mol. Microbial Ecology Manual. — 1996. — Vol. 5, No. 3 (4). — P. 1–12.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 352 с.

REFERENCES

1. Sherstoboeva O. (2007). *Ekolohichni, ekonomichni ta sotsialni peredumovy biolohichnoho zemlerobstva* [Ecologic, economic and social ground of biological agricultural]. *Ahroekolohichniy zhurnal* [Agroecological journal], No. 1, pp. 67–70 (in Ukrainian).
2. Michiels J., Dombrecht B., Vermeiren N., Xi C.W., Luyten E., Vanderleyden J. (1988). *Phaseolus vulgaris* is a non-selective host for nodulation, FEMS Microbiol. Ecol. Publ., Vol. 26 (3), pp. 193–205 (in English).

3. Silva C., Vinuesa P., Eguiarte L.E., Martinez-Romero E., Souza V. (2003). *Rhizobium etli* and *Rhizobium gallicum nodulate* common bean (*Phaseolus vulgaris*) in a traditionally managed milpa plot in Mexico: population genetics and biogeographic implications, Appl. Environ. Microbiol. Publ., Vol. 69, pp. 884–893 (in English).
4. Dall'Agnol R.F., Ribeiro R.A., Ormeno-Orrillo E., Rogel M.A., Delamuta J.R.M., Andrade D.S., Martinez-Romero E., Hungria M. (2013). *Rhizobium freirei* sp. nov., a symbiont of *Phaseolus vulgaris* that is very effective at fixing nitrogen. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. Publ., Vol. 63, pp. 4167–4173 (in English).
5. Seliber G.L. (1962). *Bolshoy praktikum po mikrobiologii* [Large workshop in microbiology]. Moskva: Vysshaja shkola Publ., 491 p. (in Russian).
6. Berestetskiy O.A. (1979). *Metodicheskie rekomendatsii po polucheniiu novykh shtammov klubenkovykh bakteriy i otsenke ikh effektivnosti* [Guidelines for the preparation of new strains of nodule bacteria and assess their effectiveness]. Leningrad Publ., 33 p. (in Russian).
7. Garrity G.M., Brenner D.J., Krieg N.R., Staley J.T. (2005). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. The Proteobacteria. Part A + B + C*, New York, NY: Springer SBM, Vol. 2, 2800 p. (in English).
8. Kebot E., Meyer B. (1968). *Eksperimentalnaya immunologiya* [Experimental immunology] Moskva: Medicina Publ., 677 p. (in Russian).
9. Ponsonnet C., Nesme X. (1994). Identification of *Agrobacterium* strains by PCR-RFLP analysis of pTi and chromosomal regions, Arch. Microbiol., Vol. 161, pp. 300–309 (in English).
10. Normand P., Ponsonnet C., Nesme X., Neyra M., Simonet P. (1996). ITS analysis of prokaryotes, Mol. Microbial Ecology Manual. Vol. 5, No. 3.4, pp. 1–12 (in English).
11. Dospheov B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Methodology of field experience]. Moskva: Agropromizdat Publ., 352 p. (in Russian).

УДК 579.26: 631.461.5

АЗОТФІКСУВАЛЬНЕ МІКРОБНЕ УГРУПОВАННЯ КОРЕНЕВОЇ ЗОНИ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГРЕЧКИ ЗА ВПЛИВУ ГРИБА *CHAETOMIUM COCHLIODES*

Є.П. Копилов, А.С. Йовенко

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН

Встановлено, що обробка насіння гречки посівної ґрунтовим сапротрофним грибом Chaetomium cochliodes 3250 забезпечує підвищення чисельності діазотрофів у кореневій зоні культури. Так, у ризосфері рослин збільшується кількість бактерій родів Azospirillum та Azotobacter, у ризоплані зростає чисельність всіх досліджуваних груп мікроорганізмів, що супроводжувалось активізацією процесу фіксації молекулярного азоту. В ризосферному ґрунті нітрогеназна активність підвищувалась в 1,3 раза, в ризоплані гречки — у 11,3 раза. Використання гриба сприяло зростанню врожайності культури на 12,6%.

Ключові слова: гречка посівна, *Chaetomium cochliodes* 3250, азотфіксувальне мікробне угруповання, нітрогеназна активність.

Поліфункціональні властивості грибів роду *Chaetomium* та перспективність їх використання в сільськогосподарському виробництві заслуговують на увагу дослідників. Серед грибів цього роду виявлено активні агенти біологічного впливу, що пригнічують ріст бактерій та грибів шля-

хом прямої конкуренції, мікропаразитизму або антибіозу. Так, гриби роду *Chaetomium* успішно використовуються для боротьби з кореневими гнилями цитрусових, чорного перцю, полуниці [1, 2]. Мікроміцет *C. globosum* здатен продукувати антибіотичну речовину хетомін, що пригнічує збудника захворювання цукрових буряків *Pythium ultimum* [3], та хетовіридин (*Chaetoviridin*),

© Є.П. Копилов, А.С. Йовенко, 2016

що може контролювати розвиток бурі і ржі пшениці та фітофтороз томатів [4].

Представники роду *Chaetomium* є продуцентами біологічно активних сполук (кохліодінол, хіноїдні метаболіти) та цитотоксичних алкалоїдів (хетомін та хетоглобозин) [5]. У Таїланді проводяться дослідження, спрямовані на розробку неметалічних наночастинок, зв'язаних із біологічно активними сполуками *S. cochlioides* [6].

На сьогодні існує низка досліджень, результати яких вказують на здатність представників роду *Chaetomium* проявляти ендоефітію щодо певних рослин. Зокрема, *S. globosum* проникає в тканини тропічних злакових і бобових трав [7, 8]. Раніше нами було обґрунтовано, що *S. cochlioides* 3250 утворює ендоефітні асоціації з рослинами пшениці ярої та сої [9, 10]. У низці робіт [11, 12] було продемонстровано, що інтродукція в кореневу зону пшениці та ячменю ґрунтових мікроміцетів *S. cochlioides* 3250 послаблює розвиток фітопатогенів та сприяє підвищенню рівня азотфіксувальної активності в кореневій зоні рослин.

Використання мікроорганізмів, що сприяють підвищенню надходження біологічного азоту до сільськогосподарських культур, є альтернативним, екологічно безпечним способом поліпшення азотного живлення рослин. Це особливо важливо для культур, з яких виготовляють продукти дитячого та дієтичного харчування. Однією з таких культур є гречка посівна.

Мета роботи — дослідити склад азотфіксувального мікробного угруповання та нітрогеназну активність в кореневій зоні гречки за впливу передпосівної обробки *S. cochlioides* 3250.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліди проводили в польових умовах на чорноземі вилугуваному, слабogleюватому, легкосуглинковому на лесі (дослідне поле Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН), що характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу в орному шарі становить 3,56%, рН-сольової витяжки — 5,2–5,6%, гідролізованого

азоту — 95–100 мг (за Корнфільдом), рухомих форм фосфору — 251–256 мг на 100 г ґрунту (за Кірсановим); обмінного калію — 108–111 мг на 1 кг ґрунту (за Кірсановим). Розмір посівної ділянки — 7,5 м², облікової — 6 м², повторність — чотириразова. Агротехніка вирощування — загальноприйнята для зони Полісся. Фосфорні та калійні добрива вносили в дозі Р₃₀К₄₅, азотні добрива не вносили. Для дослідження використовували насіння гречки сорту Антарія, з розрахунку 5,0 млн насінин на 1 га. Досліди закладали за схемою: 1 — контроль (обробка насіння водогінною водою), 2 — передпосівна обробка насіння *S. cochlioides* 3250, з розрахунку 40 тис. КУО на одну насінину.

Відбір зразків здійснювали у фазу цвітіння рослин, тобто у період найінтенсивнішого протіканням метаболічних процесів.

Чисельність азотфіксувальних бактерій у ґрунті міжрядь, ризосфері та ризоплані гречки досліджували загальноприйнятими в ґрунтовій мікробіології методами за використання таких поживних середовищ: Федорова — Калінінської, Виноградського, Доберейнер, Ешбі, Іщука — Комагата [14–16].

Активність процесу азотофіксування в ґрунті міжрядь, ризосфері та ризоплані гречки вивчали ацетиленовим методом на газовому хроматографі Chrom-4 з полум'яно-іонізаційним детектором. Колонка довжиною 370 см була заповнена хромосорбом з β-β'-оксидіпропіонітрилом. Температура термостата становила 50°C, газ-носії — азот, витрата газів (мл/хв): водню — 30, азоту — 100, повітря — 500 [15].

Польові досліди проводили за методикою Б.А. Доспехова [17].

Розрахунки та статистичну обробку результатів здійснювали загальноприйнятими методами, з використанням прикладних програм Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати проведених досліджень свідчать, що в кореневій зоні гречки посівної утворюються сприятливі умови для розвитку різних систематичних та екологічних груп діазотрофів. Найчислен-

нішими є гетеротрофні аеробні бактерії, серед яких представники родів *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Azospirillum*, та анаеробні гетеротрофи, представлені бактеріями роду *Clostridium*. Слід зауважити, що всі групи діазотрофів краще розвивались у ґрунті ризосфери і ризоплані гречки посівної, ніж у ґрунті без рослин (табл. 1).

У ризоплані рослин гречки під впливом мікрочицета *C. cochliodes* 3250 збільшувалася чисельність діазотрофів, що розвивались на всіх досліджуваних середовищах.

Так, чисельність бактерій роду *Azospirillum* порівняно з контрольним варіантом збільшилася з 383,3 до 883,3 млн од. На середовищі Доберейнер активно розвиваються бактерії роду *Azospirillum*. Азоспірили колонізують широке коло рослин, унаслідок чого здійснюють позитивний вплив на їх ріст та розвиток (стимуляцію росту і розвитку кореневої системи, бокових коренів і корневих волосків; фіксацію атмос-

ферного азоту; синтез низки фітогормонів та вітамінів) [14].

Відомо, що на середовищі Ешбі розвивається різноманіття груп мікроорганізмів, серед яких представники родів *Enterobacter*, *Azotobacter*, *Bacillus*, а також низка інших специфічних видів. За дії *C. cochliodes* 3250 на вказаному середовищі на порядок збільшувалася кількість діазотрофів (табл. 1).

Інтродукція в кореневу зону гречки ґрунтового мікрочицета також істотно впливала на чисельність азотфіксувальних асоціацій, які розвиваються на середовищі Федорова — Калінінської, де їх кількість збільшувалася від 40,0 до 600,0 млн в 1 г коренів гречки.

Передпосівна обробка насіння гречки *C. cochliodes* 3250 сприяла збільшенню чисельності азотобактера на 17,5% ґрунтових грудочок.

До активних азотфіксаторів належать поширені бактерії роду *Pseudomonas*, які

Таблиця 1

Азотфіксувальне мікробне угруповання кореневої зони гречки посівної на чорноземі вилугуваному за впливу *Chaetomium cochliodes* 3250 (польовий дослід 2015 р.)

Кількість азотфіксувальних бактерій, КУО в 1 г сухого ґрунту або коренів	Ризосфера		Ризоплана		Ґрунт міжрядь
	Контроль (обробка насіння водоґінною водою)	Обробка насіння <i>C. cochliodes</i> 3250	Контроль (обробка насіння водоґінною водою)	Обробка насіння <i>C. cochliodes</i> 3250	
На середовищі Федорова — Калінінської, млн	81,7±15,2	110,0±15,2	45,0± 12,0	600,0± 57,8	45,0±10,3
На середовищі Ешбі, тис.	533,3±52,1	666,7±47,7	3,83± 36,2	66,67± 48,1	0,9±12,1
<i>Clostridium</i> (на середовищі Виноградського), тис.	916,7±27,2	917,0± 27,0	0,6± 12,1	95,0± 24,5	4,5±23,1
<i>Pseudomonas</i> (на середовищі Іццука — Комаґата), млн	102,0±31,5	116,0± 42,0	90,0± 57,5	510,0± 47,5	81±12,3
<i>Azospirillum</i> (на середовищі Доберейнер), млн	383,3±50,4	883,3± 48,1	130,0±50,4	540,0± 56,2	110,0±45,1
<i>Azotobacter</i> , % оброслих грудочок ґрунту	48,2±2,3	60,2±1,6	45,0±3,6	62,5±1,6	40,0±2,3

Таблиця 2

Вплив *Chaetomium cochliodes* 3250 на нітрогенезну активність в кореневій зоні гречки посівної (польовий дослід 2015 р.)

Варіант	Ризоплана	Ризосфера	ґрунт міжрядь
	нмоль С ₂ Н ₂ /год		
Контроль (обробка насіння водогінною водою)	0,23±0,01	1,55±0,07	0,12±0,01
Обробка насіння <i>C. cochliodes</i> 3250	2,59±0,13	2,03±0,12	

Таблиця 3

Вплив передпосівної обробки *Chaetomium cochliodes* 3250 на врожайність гречки посівної

Варіант	Урожайність, тис. га		Середня врожайність за 2014–2015 рр.	
	2014 р.	2015 р.	т/га	% до контролю
Контроль (обробка насіння водогінною водою)	1,915	2,449	2,182	–
Обробка насіння <i>C. cochliodes</i> 3250	2,229	2,685	2,457	12,6
НІР	0,126	0,361		

є агентами багатьох мікробних препаратів. Нами було зафіксовано збільшення кількості бактерій цього роду – від 90,0 до 510,0 млн од. за дії *C. cochliodes* 3250.

Істотним виявився вплив на анаеробні бактерії роду *Clostridium*, чисельність яких збільшувалась більш ніж у 100 разів.

Отже, передпосівна обробка насіння гречки посівної сприяла збільшенню чисельності всіх досліджуваних еколого-трофічних груп у ризоплані культури.

У ризосферному ґрунті відзначено збільшення лише бактерій роду *Azospirillum* (від 130 до 540 млн од.) та *Azotobacter* – на 12%.

Як наслідок, зі збільшенням кількості діазотрофів спостерігалась активізація процесу фіксації молекулярного азоту. Так, нітрогеназна активність за дії *C. cochliodes* 3250 у ризоплані гречки підвищується в 11,3 раза, у ризосфері – у 1,3 раза (табл. 2).

Головним інтегральним показником впливу мікроорганізмів на рослини є

врожайність. В умовах польових дослідів 2014–2015 рр. одержано істотний приріст врожаю культури за передпосівної обробки ґрунтовим сапротрофним грибом (табл. 3).

Отже, ґрунтовий мікроміцет *C. cochliodes* 3250, інтродукований у кореневу зону з насінням гречки посівної, сприяє збільшенню чисельності діазотрофів, що своєю чергою активізує процес фіксації атмосферного азоту та забезпечує істотний приріст урожаю культури на 12,6%.

ВИСНОВКИ

У ризосферному ґрунті гречки посівної формуються сприятливі умови для розвитку різних таксономічних та еколого-трофічних груп азотфіксувальних бактерій.

Передпосівна обробка насіння гречки сорту Антарія ґрунтовим сапротрофним грибом *C. cochliodes* 3250 сприяє збільшенню чисельності діазотрофів у кореневій зоні рослин. У ризосферному ґрунті за дії мікроміцета збільшувалась чисельність бактерій родів *Azospirillum* та *Azotobacter*, а

в ризоплані рослин спостерігалось збільшення чисельності всіх досліджуваних еколого-трофічних груп.

Збільшення кількості азотфіксувальних бактерій у кореневій зоні гречки сприяло

зростанню активності процесу фіксації молекулярного азоту. Так, за дії *C. cochliodes* 3250 нітрогеназна активність у ризоплані гречки підвищується в 11,3 раза, в ризосфері — в 1,3 раза.

ЛІТЕРАТУРА

1. Antifungal metabolites from antagonistic fungi used to control tomato wilt fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* / P. Sibounnavong, C. Charoenporn, S. Kanokmedhakul, K. Soyong // African Journal of Biotechnology. — 2011. — Vol. 10 (85). — P. 19714–19722.
2. Application of *Chaetomium* species (Ketomium) as a new broad spectrum biological fungicide for plant disease control / K. Soyong, S. Kanokmedhakul, V. Kukongviriyapan, M. Isobe // Fungal Div. — 2001. — Vol. 7. — P. 1–15.
3. Role of antibiotics produced by *Chaetomium globosum* in biocontrol of *Pythium ultimum*, a causal agent of damping-off. / A. Di Petro, M. Gut-Rella, J.P. Pachlatko, F.J. Schwinn // Phytopathology. — 1992. — Vol. 82. — P. 131–135.
4. Antifungal activity against plant pathogenic fungi of chaetoviridins isolated from *Chaetomium globosum* / J.H. Park, G.J. Choi, K.S. Jang et. al. // FEMS Microbiol. Letters. — 2005. — Vol. 252. — P. 309–313.
5. A New Tetrahydrofuran Derivative from the Endophytic Fungus *Chaetomium* sp. Isolated from *Otanthus maritimus* / Amal H. Aly, Abdessamad Debbab, RuAngelie Edrada-Ebel et al. // Verlag der Zeitschrift für Naturforschung. — 2009. — Vol. 64. — P. 350–354.
6. Zhang F. Development of a non-metal nanoparticle as carrier of bio-active compounds from *Chaetomium cochliodes* / F. Zhang, K. Soyong // KMITL. — 2013. — Vol. 28–29. — P. 453–460.
7. El-Zayat S.A. Preliminary studies on laccase production by *Chaetomium globosum* an endophytic fungus in *Glinus lotoides* / S.A. El-Zayat // American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. — 2008. — Vol. 1, No. 3. — P. 86–90.
8. Chaetoglobosin U, a cytochalasan alkaloid from endophytic *Chaetomium globosum* IFB-E019 / G. Ding, Y.C. Song, J.R. Chen et al. // J. Nat. Prod. — 2006. — Vol. 69. — P. 302–304.
9. Копылов Е.П. Почвенные сапрофитные грибы — природные регуляторы роста, развития и устойчивости растений к возбудителям болезней / Е.П. Копылов. — Palmarium academic publishing, AV Akademiker Verlag GmbH & Co.KG, 2013. — 104 p.
10. Копылов Е.П. Эффективность симбиотичної взаємодії гриба *Chaetomium cochliodes* Palliser з рослинами сої / Е.П. Копылов, С.П. Надкерничний // Физиология и биохимия культурных растений. — 2008. — Т. 40, № 3. — С. 260–267.
11. Шерстобоева О.В. Оптимізація структури мікробних угруповань кореневої зони озимої пшениці: Автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 03.00.16 / О.В. Шерстобоева. — К., 2004. — 38 с.
12. Чабанюк Я.В. Формування та активність мікробного угруповання ризосфери злакових культур за дії комплексу мікробних препаратів та органо-мінеральних добрив: дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.07 / Я.В. Чабанюк. — К., 2006. — 150 с.
13. Копылов Е.П. Грунтовий сапрофитний гриб *Chaetomium Cochliodes* Palliser як біотичний чинник формування ефективних асоціацій азоспірил з рослинами пшениці ярої / Е.П. Копылов, С.П. Надкерничний, Н.І. Адамчук-Чала // Вісник Харківського Національного Аграрного університету. — 2010. — Вип. 1 (19). — С. 91–100. — (Серія: Біологія).
14. Биорегуляция микробно-растительных систем: Монография / Г.А. Иутинская, С.П. Пономаренко, Е.И. Андреев и др.; Под общей ред. Г.А. Иутинской, С.П. Пономаренко. — К.: Ничлава, 2010. — 464 с.
15. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Л.М. Токмакова та ін.; За наук. ред. В.В. Волкогона. — К.: Аграр. наука, 2010. — 464 с.
16. Iuzuka H. An attempt at grouping of genus *Pseudomonas* / H. Iuzuka, K. Komagata // S. Gen. Microbiol. — 1963. — Vol. 9, No. 1. — P. 73–83.
17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.

REFERENCES

1. Sibounnavong P., Charoenporn C., Kanokmedhakul S., Soyong K. (2011). Antifungal metabolites from antagonistic fungi used to control tomato wilt fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, African Journal of Biotechnology, Vol. 10 (85), pp. 19714–19722 (in English).
2. Soyong K., Kanokmedhakul S., Kukongviriyapan V., Isobe M. (2001). Application of *Chaetomium* species (Ketomium) as a new broad spectrum biological fungicide for plant disease control, Fungal Div., Vol. 7, pp. 1–15 (in English).
3. Di Petro A., Gut-Rella M., Pachlatko J.P., Schwinn F.J. (1992). Role of antibiotics produced by *Chaetomium globosum* in biocontrol of *Pythium ultimum*, a causal agent of damping-off, Phytopathology, Vol. 82, pp. 131–135 (in English).

4. Park J.H., Choi G.J., Jang K.S., Lim H.K., Kim H.T., Cho K.Y., Kim J.V. (2005). Antifungal activity against plant pathogenic fungi of chaetoviridins isolated from *Chaetomium globosum*, FEMS Microbiol. Letters, Vol. 252, pp. 309–313 (in English).
5. Amal H. Aly, Abdessamad Debbab, Ru Angelie Edrada-Ebel, Victor Wray, Werner E.G. Müller, Wenhan Lin, Rainer Ebel, and Peter Proksch (2009). A New Tetrahydrofuran Derivative from the Endophytic Fungus *Chaetomium* sp. Isolated from *Otanthus maritimus* / Amal H. Aly, // Verlag der Zeitschrift für Naturforschung, Vol. 64, pp. 350–354 (in English).
6. Zhang F., Soyong K. (2013). Development of a non-metal nanoparticle as carrier of bio-active compounds from *Chaetomium cochliodes*, KMITL, Vol. 28–29, pp. 453–460 (in English).
7. El-Zayat S.A. (2008). Preliminary studies on laccase production by *Chaetomium globosum* an endophytic fungus in *Glinus lotoides*, American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., Vol. 1, No. 3, pp. 86–90 (in English).
8. Ding G., Song Y.C., Chen J.R. (2006). Chaetoglobosin U, a cytochalasan alkaloid from endophytic *Chaetomium globosum* IFB-E019, J. Nat. Prod., Vol. 69, pp. 302–304 (in English).
9. Kopylov Ye.P. (2013). *Pochvennye saprofitnye griby – prirodnye regulatory rosta, razvitiya i ustoychivost rasteniy k vzbuditelnyam bolezney* [Soil saprophytic fungi – natural regulators of growth, development and plant resistance to pathogen]. Palmarium academic publishing, AV Akademikerverlag GmbH&Co. KG, 104 p. (in Russian).
10. Kopylov Ye.P., Nadkernychnyi S.P. (2008). *Efektivnist simbiotichnoi vzaємodii hryba Chaetomium cochliodes Palliser z roslinamy soi* [He efficiency of symbiotic interaction of the fungus *Chaetomium cochliodes* Palliser plants of soybean]. *Fiziologiya i biokhimiya kulturnykh rasteniy* [Physiology and biochemistry cultural plants]. Vol. 40, No. 3, pp. 260–267 (in Ukrainian).
11. Sherstoboieva O.V. (2004). «Optimization of microbial communities root zone of winter wheat», Abstract of Doctor of Agricultural Sciences dissertation, Ecology, Kyiv, 38 p. (in Ukrainian).
12. Chabaniuk Ya.V. (2006). «The formation and activity of microbial groups rhizosphere of cereals for the actions kompleksu microbial agents and organic fertilizers» Abstract of Candidate of Agricultural Sciences dissertation, Instytut ahroekolohii UAAN, Institute of Agroecology of UAAS, Kyiv, 150 p. (in Ukrainian).
13. Kopylov Ye.P., Nadkernychnyi S.P., Adamchuk-Chala N.I. (2010). *Hruntocyi saprofitnyi hryb Chaetomium Cochliodes Palliser yak biotychnyi chynnyk formuvannia efektyvnykh asotsiatsii azospiryli z raslynamy pshenytsi yaroї* [Saprophytic soil fungus *Chaetomium Cochliodes* Palliser as biotic factor in the formation of an effective association azospiryl raslynamy spring wheat]. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho universytetu. Seriya Biologiya* [Journal of Kharkov National Agrarian University Biology Series]. Iss. 1 (19), pp. 91–100 (in Ukrainian).
14. Iutinskaya G.A., Ponomarenko S.P., Andreyuk Ye.I. (2010). *Bioregulyatsiya mikrobnorastitelnykh sistem: Monografiya* [Bioregulation microbial-plant systems: Monograph]. Kiev: Nichlava Publ., 464 p. (in Russian).
15. Volkohon V.V., Nadkernychna O.V., Tokmakova L.M. (2010). *Ekspyrymentalna hruntova mikrobiologiya: monografiya* [Experimental soil microbiology: Monograph]. Kyiv: Ahrarna nauka Publ., 464 p. (in Ukrainian).
16. Iuzuka H., Komagata K. (1963). An attempt at grouping of genus *Pseudomonas*, S. Gen. Microbiol., Vol. 9, No. 1, pp. 73–83 (in English).
17. Dospekhov B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)* [Methods of field experience (with the fundamentals of statistical processing of the results of research)]. Moskva: Agropromizdat Publ., 351 p. (in Russian).

СУЛЬФІДОГЕННА АКТИВНІСТЬ БАКТЕРІЙ *DESULFOMICROBIUM* SP. CRR3 ЗА ВПЛИВУ НІТРИТУ ТА МОЛІБДАТУ НАТРІЮ

Л.С. Дорош, Т.Б. Перетятко, С.П. Гудзь

Львівський національний університет імені Івана Франка

Встановлено, що сульфатвідновлювальні бактерії Desulfomicrobium sp. CrR3, виділені із стічних вод м. Львова, не нагромаджують біомасу за впливу іонів нітриту та молібдату. Ці речовини пригнічують сульфідогенну активність бактерій Desulfomicrobium sp. CrR3. Обґрунтовано, що внесення іонів нітриту в концентрації 1 мМ майже не впливає на нагромадження біомаси і гідроген сульфід бактеріями Desulfomicrobium sp. CrR3. Збільшення концентрації нітриту до 5 мМ спричиняло пригнічення росту бактерій Desulfomicrobium sp. CrR3 приблизно вдвічі, за якого спостерігалось зниження ефективності використання сульфату порівняно з контролем. Молібдат у концентрації 0,5–1 мМ повністю пригнічує ріст і сульфідогенну активність Desulfomicrobium sp. CrR3. Одночасна дія нітриту та молібдату спричиняє фактично повне пригнічення росту бактерій Desulfomicrobium sp. CrR3. За цих умов бактерії не відновлюють сульфатів і, як наслідок, не нагромаджують гідроген сульфід.

Ключові слова: нітрит, молібдат, гідроген сульфід, сульфатвідновлювальні бактерії, стічні води.

Відновлення сульфатів мікроорганізмами за анаеробних умов відіграє важливу роль щодо мінералізації органічних речовин у природі. Проте внаслідок життєдіяльності сульфатвідновлювальних бактерій утворюється гідроген сульфід, що спричиняє пригнічувальну, мутагенну та канцерогенну дію на живі організми, має неприємний запах, а також знижує вміст оксигеновмісних сполук у водоймах [1]. У нафтовидобувній промисловості через взаємодію гідроген сульфід з іонами важких металів утворюються нерозчинні сполуки, сульфідні, які закупорюють нафтові ходи, знижуючи тим самим нафтовіддачу пластів [2]. Пригнічення сульфідогенної активності сульфатвідновлювальних бактерій може бути одним із способів зниження рівня гідроген сульфід у водоймах, повітрі та нафтових ходах.

Для пригнічення сульфідогенної активності найчастіше застосовують інгібітори сульфатредукції та біомодифікатори.

Інгібітори сульфатредукції специфічно конкурують з іонами сульфатів за активний центр АТФ-сульфурилази, внаслідок

чого утворюється нестабільний комплекс АМФ-сульфат, що швидко гідролізується до АМФ та сульфату. Повторні реакції з інгібітором зумовлюють виснаження запасу АТФ для активації сульфатів, що в кінцевому результаті призводить до пригнічення росту сульфатвідновлювальних бактерій. Крім того, інгібітори сульфатредукції пригнічують транспорт сульфату до клітин сульфатвідновлювальних бактерій. До інгібіторів належать антрахінони, хромати, селенати, молібдат [1, 3] тощо. Відомо, що нітрит спричиняє дисбаланс запасів АТФ у клітині *Desulfovibrio* sp. [4].

До біомодифікаторів належать нітри-ти, які можуть використовуватись деякими бактеріями як альтернативні акцептори електронів. Дія нітратів та нітритів є синергічною [5, 6]. Одним з недоліків застосування нітратів та нітритів як біомодифікаторів є забезпечення їх високої концентрації (500–1000 мг/л), необхідності для пригнічення сульфідогенної активності сульфатвідновлювальних бактерій. Концентрація біомодифікаторів для пригнічення утворення гідроген сульфід залежить від вмісту джерела карбону в середовищі, оптимального співвідношення оксигено-

вмісних сполук і SO_4^{2-} , солоності, густини мікробної популяції, рН, температури, електрохімічного потенціалу.

Мета роботи — продемонструвати вплив нітриту та молібдату як біомодифікаторів та інгібіторів сульфатредукції на сульфідогенну активність бактерій *Desulfomicrobium* sp. CrR3.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У роботі використовували хромрезистентні сульфатвідновлювальні бактерії *Desulfomicrobium* sp. CrR3 [7], виділені з очисних споруд м. Львова. Мікроорганізми культивували у середовищі Постгейта С при температурі 28°C у пробірках, за анаеробних умов. Пробірки повністю заповнювали середовищем і закривали гумовими корками [8].

Вплив нітриту та молібдату на сульфідогенну активність бактерій визначали за зміною біомаси та концентрації сульфатів і нітритів у культуральному середовищі, а також за зміною кількості утвореного гідроген сульфіду. Нітрит та молібдат вносили у формі водних розчинів — NaNO_2 та Na_2MoO_4 відповідно.

Біомасу бактерій визначали турбідиметрично на фотоелектроколориметрі КФК-3; вміст сульфатів — турбідиметрично після їх осадження барій хлоридом. Для стабілізації суспензії використовували гліцерин [9]. Кількість гідроген сульфіду, продукованого бактеріями, визначали у культуральній рідині фотометрично, з використанням *n*-амінодиметиланіліндігідрохлориду [10]; вміст нітриту — спектрофотометрично, після його взаємодії з *n*-нафтилетилендіаміндіхлориду [11]; концентрацію амонію — спектрофотометрично [12].

Статистичне оброблення отриманих результатів проводили з використанням програми Origin 6.1 за рівня достовірності $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відомо, що сульфатвідновлювальні бактерії здатні рости у середовищах

з нітратами та сульфатами, відновлюючи їх до нітриту і гідроген сульфіду, які токсично діють на живі організми [1, 5, 6]. За результатами досліджень іноземних науковців [4], нітрит пригнічує відновлення сульфату, впливаючи на ключовий фермент сульфатредукції — сульфідредуктазу, а також на низку інших важливих процесів у клітинах, унаслідок чого пригнічується сульфідогенна активність мікроорганізмів.

У модифікованому середовищі Постгейта С, у якому єдиним акцептором електронів був сульфат (10 мМ), максимальна біомаса бактерій *Desulfomicrobium* sp. CrR3 становила 2,6 г/л після трьох діб культивування. За цих умов бактерії використали 90% сульфатів і продукували близько 6 мМ гідроген сульфіду (рис. 1).

Внесення іонів нітриту в концентрації 1 мМ майже не впливає на сульфідогенну активність досліджуваних бактерій (рис. 2, а). Зокрема, біомаса бактерій становила 2,6 г/л, а вміст сульфатів знижувався на 80%. Додавання 5 мМ нітриту пригнічувало утворення гідроген сульфіду, біомаса бактерій знизилася на 50% порівняно з контролем (рис. 2, б).

За цих умов бактерії відновлювали близько 50% від усього обсягу внесених у середовище сульфатів. Тому в подальших експериментах у середовище вносили 5 мМ іонів нітриту.

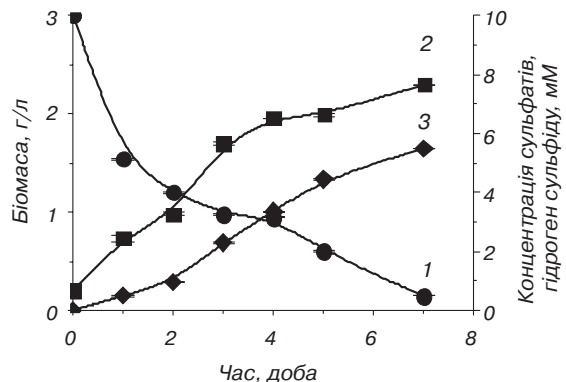


Рис. 1. Культивування бактерій *Desulfomicrobium* sp. CrR3 у середовищі з сульфатами: 1 — використання сульфатів; 2 — нагромадження біомаси; 3 — гідроген сульфіду

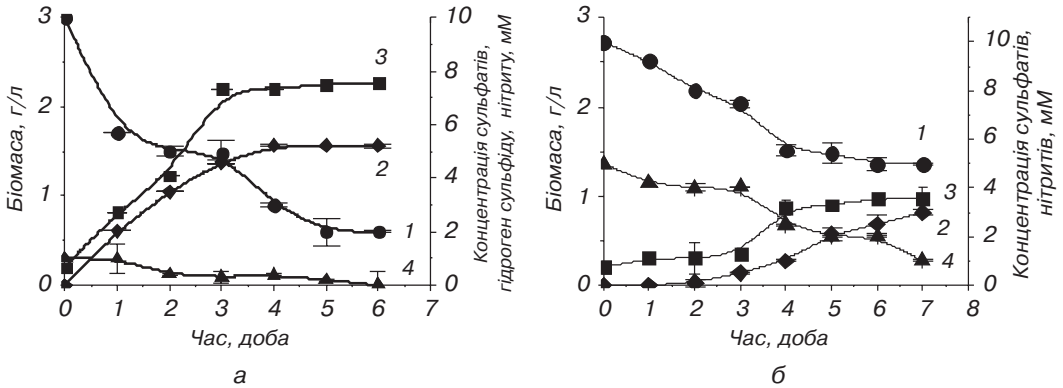


Рис. 2. Використання бактеріями *Desulfomicrobium sp.* CrR3: сульфатів (1), гідроген сульфіду (2);нагромадження біомаси (3) за внесення нітриту (4) у концентрації (мМ): а) 1 та б) 5

Одержані результати свідчать, що у невисоких концентраціях (1 мМ) нітрит слабо інгібує сульфатредукцію та ріст бактерій. Збільшення нітриту до 5 мМ спричиняло пригнічення сульфідогенної активності бактерій і зменшення біомаси на 50%. Додавання нітриту може знизити корозійний вплив гідроген сульфіду у водопостачальних трубах, зменшуючи його концентрацію у навколишньому природному середовищі.

Відомо, що деякі аналоги сульфату (наприклад молібдат) можуть пригнічувати сульфатредукцію сульфатвідновлювальних бактерій. Ми перевірили вплив молібдату на нагромадження гідроген сульфіду бактеріями *Desulfomicrobium sp.* CrR3 і встановили, що молібдат виявився ефективним інгібітором утворення гідроген сульфіду. Зокрема, молібдат у концентрації 0,5–1 мМ повністю пригнічує ріст і сульфідогенну активність бактерій *Desulfomicrobium sp.* CrR3 (рис. 3).

Отже, молібдат може бути використаний для очищення природних джерел, забруднених сульфідами.

За одночасного внесення у середовище нітритів та молібда-

ту процес сульфатредукції пригнічувався повністю (рис. 4).

Оскільки нітрит та молібдат є біомодифікатором та інгібітором сульфатвідновлювальної активності бактерій, відповідно, ми припускаємо, що механізм дії цих сполук полягає у використанні бактеріями однієї транспортної системи для сульфату та молібдату. Ймовірно, нітрит пригнічує активність ферментів, що беруть участь у сульфатредукції.

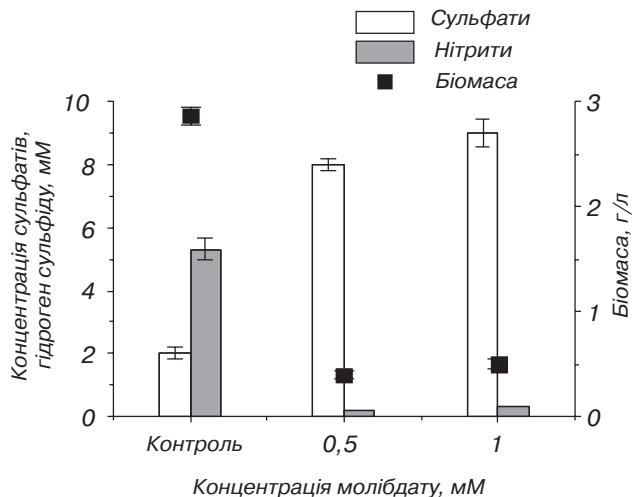


Рис. 3. Використання бактеріями *Desulfomicrobium sp.* CrR3 сульфатів, гідроген сульфіду та нагромадження біомаси (3) за внесення різних концентрацій молібдату

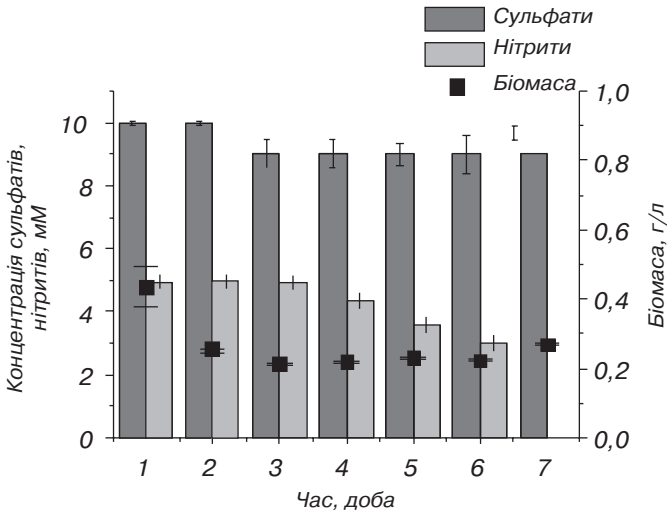


Рис. 4. Вплив нітриту та молібдату на процес сульфатредукції бактерій за одночасного їх внесення у середовище з бактеріями *Desulfomicrobium* sp. CrR3

ВИСНОВКИ

Одержані результати свідчать, що внесення нітриту та молібдату пригнічує процес сульфатредукції бактерій *Desulfomicrobium* sp. CrR3, тим самим сприяє зменшенню концентрації гідроген сульфід

у навколишньому природньому середовищі.

За наявності нітриту у концентрації 5 мМ нагромадження біомаси бактеріями *Desulfomicrobium* sp. CrR3 пригнічувалося приблизно на 50%. За внесення нітриту у концентрації 5 мМ спостерігалося зниження ефективності використання сульфату на 44% порівняно з контролем. Рівень нітриту за цих умов знижувався на 80%.

Молібдат у концентрації 0,5–1 мМ повністю пригнічує ріст і сульфидогенну активність *Desulfomicrobium* sp. CrR3.

Використання речовин, що пригнічують ріст та метаболізм сульфатвідновлювальних бактерій, є перспективним в очищенні стічних та промислових вод від гідроген сульфід, а також у роботі зі збільшення нафтовіддачі з продуктивних пластів під час видобування нафти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bratcova S. The effect of some essential environmental factors on the microbial dissimilatory sulphate reduction / S. Bratcova, S. Groudev, P. Georgiev // Mining Miner Process. — 2002. — Vol. 44, No. 2. — P. 123–127.
2. Application of denaturing high-performance liquid chromatography for monitoring sulfate-reducing bacteria in oil fields / O. Priha, M. Nyssönen, M. Bomberg et al. // Appl. Environ. Microbiol. — 2013. — Vol. 79, No. 17. — P. 5186–5196.
3. Isa M. Molybdate inhibition of sulfate reduction in two-phase anaerobic digestion / M. Isa, G.K. Anderson // Process Biochem. — 2005. — Vol. 40. — P. 2079–2089.
4. Haveman S.A. Physiological and gene expression analysis of inhibition of *Desulfovibrio vulgaris* Hildenborough by nitrite / S.A. Haveman, C.P. Greene, Stilwell J.K., Voordouw G. // J. Bacteriol. — 2004. — Vol. 186. — P. 7944–7950.
5. Mohanakrishnan J. Dynamic microbial response of sulfidogenic wastewater biofilm to nitrate / J. Mohanakrishnan, M.V. Kofoed, J. Barr et al. // Appl Microbiol Biotechnol. — 2011. — Vol. 91, No. 6. — P. 164–175.
6. Nemati M. Control of biogenic H₂S production with nitrite and molybdate / M. Nemati, T.J. Mazutina, G.E. Jenneman, G.Voordouw // J. Ind. Microbiol. Biot. — 2001. — Vol. 26. — P. 350–355.
7. Шоляк К.В. Хромрезистентні сульфатвідновлювальні бактерії, виділені із стічних вод промислових підприємств / К.В. Шоляк, Т.Б. Перетятко, С.П. Гудзь // Мікробіологія і біотехнологія. — 2013. — № 2. — С. 66–76.
8. Postgate J.R. The sulfate-reducing bacteria / J.R. Postgate // 2nd ed. Cambridge: Cambridge Univ. press. — 1984. — P. 366.
9. Почвы. Метод определения ионов сульфата в водной вытяжке: ГОСТ 26426-85. — М.: Изд-во стандартов, 1985. — 7 с.
10. United States Patent. № 6340596. Reagent composition for measuring hydrogen sulfide and method for measuring hydrogen sulfide / M. Sugiyama. — 2002.
11. Granger D.L. Measurement of nitrate and nitrite in biological samples using nitrate reductase and Griess reaction / D.L. Granger, R.R. Taintor, K.S. Boockvar // Methods in Enzymology. — 1996. — No. 268. — P. 142–151.

12. Ivančić I. An optimal manual procedure for ammonia analysis in natural waters by the indophenol blue method / I. Ivančić, D. Degobbi // Wat. Res. — 1984. — No. 18. — P. 1143–1147.

REFERENCES

1. Bratcova S., Groudev S., Georgiev P. (2002). The effect of some essential environmental factors on the microbial dissimilatory sulphate reduction. Mining Miner Process, Vol. 44, No. 2, pp. 123–127 (*in English*).
2. Priha O., Nyyssönen M., Bomberg M., Laitila A., Simell J., Kapanen A., Juvonen R. (2013). Application of denaturing high-performance liquid chromatography for monitoring sulfate-reducing bacteria in oil fields. Appl. Environ. Microbiol. Vol. 79, No. 17, pp. 5186 – 5196 (*in English*).
3. Isa M., Anderson G. (2005). Molybdate inhibition of sulfate reduction in two-phase anaerobic digestion. Process Biochem, Vol 40, pp. 2079–2089 (*in English*).
4. Haveman S.A., Greene C.P., Stilwell J.K., Vourdouw G. (2004). Physiological and gene expression analysis of inhibition of *Desulfovibrio vulgaris* Hildenborough by nitrite. J. Bacteriol, Vol. 186, pp. 7944–7950 (*in English*).
5. Mohanakrishnan J., Kofoed M.V., Barr J., Yuan Z., Schramm A., Meyer R.L. (2011). Dynamic microbial response of sulfidogenic wastewater biofilm to nitrate. Appl Microbiol Biotechnol, Vol. 91, No. 6, pp. 164–175 (*in English*).
6. Nemati M., Mazutinac T.J., Jenneman G.E., Vourdouw G. (2001). Control of biogenic H₂S production with nitrite and molybdate. J. Ind. Microbiol. Biot, Vol. 26, pp. 350–355 (*in English*).
7. Sholiak K.V., Peretiak T.B., Hudz S.P. (2013). *Khromrezystentni sulfatvidnocliuvalni bakterii, vydilenni iz stichnykh vod promyslovykh pidpriemstv* [Propresistent sulfatase bacteria, the allocation of sewage of industrial enterprises]. *Mikrobiolohiia i biotekhnolohiia* [Microbiology and Biotechnology]. No. 2, pp. 66–76 (*in Ukrainian*).
8. Postgate J.R. (1984). The sulfate-reducing bacteria. 2nd ed. Cambridge: Cambridge Univ. press., pp. 366 (*in English*).
9. Pochvyii. *Metod opredelenie ionov sulfata v vodnoji vyituzhke* (1985). [Soil. Method for determination of sulfate ions in water extract]. GOST 26426-85, Moskva: Izdatelstvo standartov Publ., 7 p. (*in Russian*).
10. Sugiyama M. (2002). Reagent composition for measuring hydrogen sulfide and method for measuring hydrogen sulfide. United States Patent. No. 6340596 (*in English*).
11. Granger D.L., Taintor R.R., Boockvar K.S. (1996). Measurement of nitrate and nitrite in biological samples using nitrate reductase and Griess reaction. Methods in Enzymology, No. 268, pp. 142–151 (*in English*).
12. Ivančić I., Degobbi D. (1984). An optimal manual procedure for ammonia analysis in natural waters by the indophenol blue method. Wat. Res, No. 18, pp. 1143–1147 (*in English*).

ФОРМУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНСОРЦІЙ БУР'ЯНІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ГЕНОТИПОВОГО І ВИДОВОГО СКЛАДУ ПРЕДСТАВНИКІВ ТРИБИ *TRITICEAE* В УМОВАХ ЕКОТОНУ ПОЛІССЯ-ЛІСОСТЕП

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

¹ Інститут садівництва НААН

² Білоцерківський національний аграрний університет

Досліджено особливості формування параметрів консорцій бур'янів залежно від генотипового і видового складу перспективних еколого-адаптивних представників триби *Triticeae* в умовах екотону Полісся-Лісостеп. З'ясовано, що в умовах полісько-лісостепового екотону центичний склад фітоценозів триби *Triticeae* представлено переважно терофітами, менше — гемікриптофітами, криптофітами і геофітами. Встановлено, що в умовах екотону Полісся-Лісостеп домінуючими асоціаціями бур'янів у посівах короткостеблових і напівкарликових сортів триби *Triticeae* є шість домінуючих видових співгрупвань: *Viola-Capsella*, *Matricaria-Galium*, *Elytrigia-Galeopsis*, *Chenopodium-Sonchus*, *Thlaspi-Euphorbia*, а в посівах високорослих і середньорослих — чотири: *Cirsium-Convulvulus*, *Apera-Galeopsis*, *Elytrigia-Linaria*, *Galeopsis-Galium*. Середньорослі середньостиглі сорти та лінії пшениці (Зоряна Носівська, Зірка Носівська, Л 4639/96), жита (Олімпіада 80), трьохвидового тритикале (ПС_1-12, ПС_2-12, Віата Носівське і УП_1-12) є найбільш конкурентоспроможними щодо розвитку сегетальної рослинності порівняно з іншими середньорослими й напівкарликовими сортами цих культур: КС 5, КС 1, КС 14 (пшениця), Чаян, ДАУ 5, Д-5-2010 (тритикале), Боротьба (жито).

Ключові слова: параметри консорцій бур'янів, еколого-адаптивні сорти і лінії триби *Triticeae*, екотон Полісся-Лісостеп.

Відомо, що філогенетично сегетальне угруповання є стійкішим, ніж культурні рослини [1, 2], але тотальне знищення бур'янів у посівах є економічно нерентабельним і екологічно неприпустимим. Найпоширенішими культурними видами триби *Triticeae* є: пшениця, тритикале, ячмінь, жито. Особливої уваги заслугове еволюційно нова, перспективна і стратегічна культура — тритикале, в якій поєднано найбільш цінні агрономічні властивості жита та пшениці. Саме рослини цього виду характеризуються високим проявом соматичного, репродуктивного та адаптивного гетерозису. Як культура-попередник тритикале озиме залишає менш «засмічений» ґрунт видовим різноманіттям і генеративною масою сегетальних рослин [3–5], що проявляється збільшенням на 20–50% продуктивності наступної в сівозміні культури порівняно з іншими зерновими попередниками [6].

Рациональний добір культур та їх сортів дає змогу контролювати чисельність бур'янів, забезпечувати одержання максимальної врожайності та якості продукції рослинництва культурних видів [7].

Мета роботи — дослідити особливості формування параметрів консорцій бур'янів залежно від генотипового і видового складу перспективних еколого-адаптивних представників триби *Triticeae* в умовах екотону Полісся-Лісостеп.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові досліді з вивчення особливостей формування асоціацій бур'янів залежно від генотипового й видового складу еколого-адаптивних представників триби *Triticeae* в умовах екотону Полісся-Лісостеп проводили впродовж 2008–2014 рр. на стаціонарах Носівської селекційно-дослідної станції Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (нині станція підпорядкована Миронів-

ському інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН).

Кліматичні та погодні умови екотопу досліджень характеризуються помірною континентальністю, середньорічна температура повітря якого становить 6,9°C зі значною амплітудою відхилень за місяцями, з середньорічною кількістю опадів 502 мм, які впродовж вегетаційного періоду розподіляються нерівномірно: улітку їх буває значно більше, ніж навесні і восени. Роки проведення досліджень різнилися за гідротермічним режимом, зокрема, 2008, 2011–2013 рр. відзначалися дефіцитами опадів та підвищенням температур вище від середньобагаторічної норми впродовж фаз кушення — виходу в трубку, колосіння — цвітіння, молочної та воскової стиглості культурних злакових видів рослин порівняно із сприятливими, доволі вологими весняними періодами 2009, 2010, 2014 рр., що надало можливість всебічно оцінити конкурентоспроможний потенціал досліджуваних сортів і ліній триби до сегетальних видів.

Ґрунт дослідних ділянок полісько-лісостепового екотону — чорнозем вилугуваний малогумусний легкосуглинковий. Кожна із площ варіантів досліду становила 35 м², облікова — 30 м². Технологія вирощування сортів триби *Triticeae* була загальноприйнятною, а саме: попередники — зернобобові на зерно; як мінеральні добрива використовували нітроаммофоску — НРК₆₀; обробіток ґрунту — дискування + передпосівна культиважія; збирання — однофазне.

У дослідах були використані сорти і лінії триби *Triticeae*, оригіномом яких є Носівська селекційно-дослідна станція: Зоряна Носівська, Зірка Носівська, Л 4639/96, КС 5, КС 1, КС 14 (пшениця м'яка озима); ПС_1-12, ПС_2-12, Д-5-2010, УП_1-12, Чаян, ДАУ 5, Вівате Носівське (тридикале озиме); Боротьба, Олімпіада 80 (жито озиме).

Закладання досліду та фенологічні спостереження проводили згідно із загальноприйнятною методикою [8]. Чисельність та видовий склад бур'янів визначали за А.Ф. Ченкіним [9], В.А. Захаренком [10],

А.І. Мальцевим [11] та Т.А. Работновим [12]. Облік щільності продуктивного стеблостою зернових культур на досліджуваних ділянках проводили перед збиранням урожаю. Для узагальнення результатів було використано метод екосистемного підходу та вчення про консорції [13, 14]. Математично-статистичну обробку даних виконували за Б.О. Доспеховим [15], за допомогою програм Statistica-5.5 та Excel-2003.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами досліджень встановлено, що еколого-адаптивні та різні за типом віталітету представники триби *Triticeae* в умовах екотону Полісся-Лісостеп формують багатовидове різноманіття асоціацій бур'янів. Виявлено, що в умовах цього екотону серед флороцено типу всіх бур'янів у фітоценозах напівкарликових і короткостеблових сортів і ліній пшениці м'якої озимої, тритикале і жита налічується понад 39–45 видів бур'янів, тоді як у фітоценозах середньорослих — близько 30 (табл. 1). Флороценотичний склад бур'янів становлять переважно терофіти (76% яких виявлено у посівах короткостеблових і напівкарликових сортів та ліній триби *Triticeae* і близько 59% — у посівах середньо- та високорослих), менше — гемікриптофіти, криптофіти і геофіти (рисунок).

Ступінь рясності бур'янів має як прямий, так і опосередкований вплив на посіви зернових культур. По-перше, висока чисельність і щільність популяцій бур'янів виявляє високу конкурентоспроможність щодо злакових культур, а по-друге, визначає подальший тип стратегії їхньої життєвості, залежно від стану посівів культурних фітоценозів. В умовах екотону Полісся-Лісостеп у посівах середньорослих і високорослих сортів і ліній триби *Triticeae* ступінь рясності бур'янів за роки досліджень становить близько 16–21 шт. рослин/м² (2–3 бали забур'яненості), тоді як для короткостеблових і напівкарликових — понад 30 шт./м² (3–4 бали забур'яненості). За таких умов у фазі молочної і молочно-воскової стиглості культурних видів злаків спостерігається збільшення питомої

Таблиця 1

Характеристика представників триби *Triticeae* за походженням та типом віталітету*

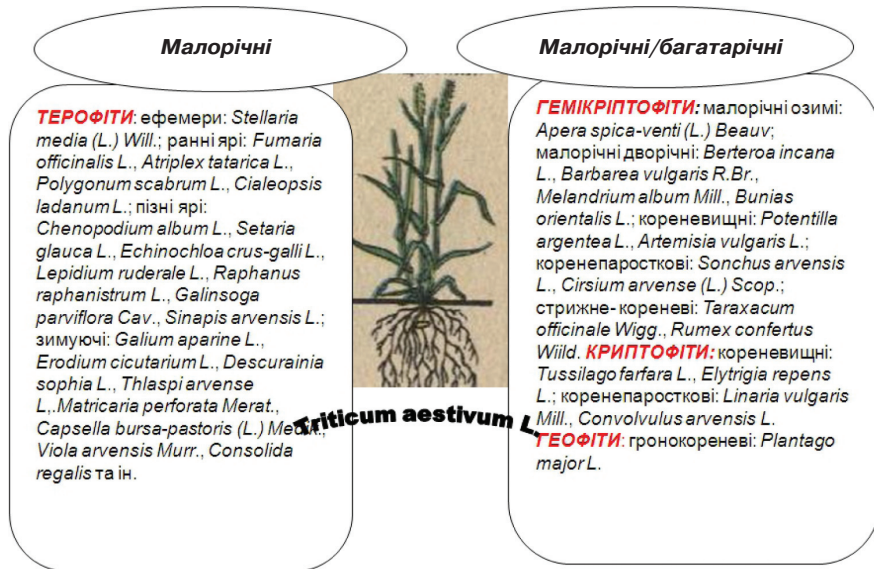
№ пор.	Назва сорту, лінії	Родовід сорту, лінії	Тип віталітету за висотою рослин	Фізико-географічне походження	Орієнтовна зона районування
<i>Пшениця м'яка озима</i>					
1	Зоряна Носівська	♀ (♀Обрій х ♂Maris Yuntsman) х ♂Maris Yuntsman	ср	UA, GB	ПЛ-ЛС
2	КС 1	♀Донська н/к х ♂К-6477/91	нк	RU, CN	ЛС
3	КС 5	♀Донська н/к х ♂Зоряна Носівська	нк	RU, UA	ЛС
4	КС 14	♀Maris huntsman х ♂ (♀Киянка х ♂Рону)	нк	GB, UA, USA	ЛС
5	Л 4639/96	♀Поліська 90 х ♂Мирлебен) х ♂ (♀Holger х ♂ППГ 296)	ср	UA, DE, GB, RU	ПЛ
6	Зірка Носівська	♀Поліська 90 х ♂К 6407	ср	UA, CN	ПЛ-ЛС
<i>Жито озиме</i>					
7	Боротьба	♀ Сангасте х ♂ Саратовська 4	ср	EE, RU	ПЛ-ЛС-СТ
8	Олімпіада 80	♀Кустро х ♂Панцерне	вр	DE, PL	ПЛ-ЛС
<i>Тритикале озиме</i>					
9	Вівате Носівське	інд. добір із Пшеничне	ср	UA	ЛС
10	ПС-1_12	♀Славетне х ♂Пшеничне	вр	UA	ЛС
11	ПС-2_12	♀Славетне х ♂Пшеничне	вр	UA	ЛС
12	УП-1-12	♀Ураган х ♂Пшеничне	вр	UA	ЛС
13	Д-5_2010	♀ (♀Августо х ♂NE 312) х ♂№ 1364/93	кк	UA, CA	ПЛ-ЛС
14	Чаян	♀ (♀Августо х ♂Ягуар) х ♂К-9844/93	кк	UA	ПЛ-ЛС
15	ДАУ 5	інд. добір гомозиготної лінії з Чаян	кк	UA	ПЛ-ЛС

Примітка (умовні скорочення): *ПЛ – Полісся, ЛС – Лісостеп, СТ – Степ; тип за віталітетом: нк – напівкарликовий (75–85 см), кк – короткостебловий (85–95); вр – високорослий (понад 105 см).

сухої маси бур'янів – на 38,5–45,7% порівняно з їхньою масою у посівах Зоряни Носівської, Зірки Носівської, Л 4639/96, ПС_1-12, ПС_2-12, УП_1-12, Олімпіади 80 (табл. 2).

Із даних таблиці 2 видно, що вплив атмосферної та ґрунтової посух істотно впливає на питому масу бур'янів, але ва-

гомим чинником, незалежно від прояву абіотичних чинників, є генотип рослин, що характеризується низькими або високими конкурентоспроможними властивостями щодо бур'янів і стабільним адаптивним потенціалом у процесі онтогенезу [17]. Такими представниками триби *Triticeae* є сорти та лінії: Ювівата 60, Зірка Носівська,



Домінуючі ценоелементи консорцієв сортів і ліній триби *Triticeae* в умовах екотону Полісся-Лісостеп

Таблиця 2

Значення абсолютно-сухої маси бур'янів у посівах генотипів триби в умовах екотону Полісся-Лісостеп, $M \pm t$, $n = 9$

№ пор.	Назва виду, сорту, лінії	Показник абсолютно-сухої маси бур'янів, г/м ²	
		За умов термальної посухи — ГТК < 1 (середнє значення за 2008, 2010 рр.)	За умов нормальної вологозабезпеченості — ГТК ≥ 1 (середнє значення)
<i>Пшениця м'яка озима</i>			
1	КС 14	39,3±2,7	86,3±2,0
2	КС 5	40,8±3,3	63,4±4,6
3	КС 1	61,1±5,0	94,1±3,5
4	Ювівата 60	27,0±4,4	38,5±2,1
5	Зірка Носівська	18,5±2,9	41,9±2,3
6	Зоряна Носівська	22,9±3,8	33,6±1,4
7	Л 4639/96	31,4±4,0	45,4±2,7
<i>Тритикале озиме</i>			
8	ДАУ 5	22,0±3,5	56,6±1,7
9	ПС_1-12	17,1±4,0	27,1±2,2
10	ПС_2-12	11,6±2,6	31,6±1,8
11	УП_1-12	12,8±3,5	24,8±1,4
12	Д_5-2010	21,6±3,7	47,6±3,1
13	Чаян	19,9±2,9	62,9±4,5
<i>Жито озиме</i>			
14	Боротьба	24,5±2,8	45,5±3,0
15	Олімпіада 80	18,4±2,9	32,2±5,1

Зоряна Носівська, Л 4639/96, ПС_1-12, ПС_2-12, УП_1-12, Олімпіада 80.

Асоціативний зв'язок у видів рослин, в основному, є філогенетично обумовленою і ключовою характеристикою консорцій видів, у т.ч. бур'янів. Встановлено, що в умовах екотону Полісся-Лісостеп домінуючими асоціаціями бур'янів у посівах короткостеблових і напівкарликових сортів триби *Triticeae* є шість домінуючих видових співгрупвань: *Viola-Capsella*, *Matricaria-Galium*, *Elytrigia-Galeopsis*, *Chenopodium-Sonchus*, *Thlaspi-Euphorbia*, а в посівах високорослих і середньорослих — чотири: *Cirsium-Convolvulus*, *Apera-Galeopsis*, *Elytrigia-Linaria*, *Galeopsis-Galium*.

Отже, генотиповий і видовий склад сортів і ліній представників триби *Triticeae* визначає особливості формування асоціацій бур'янів, що досліджено в умовах екотону Полісся-Лісостеп.

ВИСНОВКИ

В умовах полісько-лісостепового екотону ценотичний склад фітоценозів триби *Triticeae* представлено переважно терофітами, менше — гемікриптофітами, криптофітами і геофітами.

Встановлено, що в посівах короткостеблових і напівкарликових сортів триби *Triticeae* формується шість домінуючих асоціацій видових співгрупвань бур'янів: *Viola-Capsella*, *Matricaria-Galium*, *Elytrigia-Galeopsis*, *Chenopodium-Sonchus*, *Thlaspi-Euphorbia*, а в посівах високорослих і середньорослих — чотири: *Cirsium-Convolvulus*, *Apera-Galeopsis*, *Elytrigia-Linaria*, *Galeopsis-Galium*.

Середньорослі середньостиглі сорти та лінії Носівської селекційно-дослідної станції Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН, а саме: пшениці — Ювівата 60, Зоряна Носівська, Зірка Носівська, Л 4639/96; жита — Олімпіада 80, трьохвидового тритикале: ПС_1-12, ПС_2-12, Вівате Носівське і УП_1-12, є найбільш конкурентоспроможними щодо сегетальної рослинності порівняно з іншими середньорослими та напівкарликовими сортами цих культур — КС 5, КС 1, КС 14 (пшениця), Чайн, ДАУ 5, Д_5-2010 (тритикале), Боротьба (жито), тому можуть зайняти чільне місце в структурі посівних площ агроєкосистем, і не лише екотону Полісся-Лісостеп.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Василевич В.И.* Очерки теоретической фитоценологии / В.И. Василевич. — Л.: Наука, 1983. — 249 с.
2. *Бурда Р.І.* Роль бур'янів-антропофітів у польових сівозмінах рівнинної України / Р.І. Бурда // Рослини-бур'яни: особливості біології та раціональні системи їх контролювання в посівах сільськогосподарських культур: зьомна наук.-теор. конф. Укр. наук. т-ва гербологів. — К.: Колоб'іг, 2010. — С. 38–43.
3. *Жуков В.Н.* Оценка взаимоотношений растений в посевах тритикале / В.Н. Жуков // Защита сельскохозяйственных растений: состояние и перспективы развития (тез. докл.). — М.; СПб.; Сочи, 2001. — С. 66.
4. *Moskalets T.Z.* Tribe *Triticeae* L. and the biocenotic mechanisms of adaptability / T.Z. Moskalets // Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University. — 2016. — Vol. 6 (2). — P. 259–267.
5. *Зуза В.С.* До питання поширеності бур'янів / В.С. Зуза // Наук. пр. Ін-ту біоенерг. к-р і цукр. буряків. — 2014. — Вип. 20. — С. 41–46.
6. *Корнилова Е.Н.* О конкурентных взаимоотношениях между пшеницей и однолетними сорняками / Е.Н. Корнилова, А.В. Воеводин // С.-х. биология. — 1985. — № 6. — С. 66–69.
7. *Марков М.В.* Агрофитоценология — наука о полевых растительных сообществах / М.В. Марков. — Казань, 1972. — 269 с.
8. *Миркин Б.М.* Растительные сообщества / Б.М. Миркин // Общ. пробл. биоценологии: Материалы II-го Всесоюз. совещ. (Москва, 1986). — М.: Наука, 1990. — С. 151–164.
9. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / ред. В.В. Волкодів; Держкомісія України по випробуванню та охороні сортів рослин. — К.: Алефа, 2000. — Вип. 1. — С. 10–50.
10. Методы учета и прогноз засоренности посевов. Фитосанитарная диагностика / под ред. А.Ф. Ченкина. — М.: Колос, 1994. — С. 294–313.
11. Методы учета сорных растений / под ред. В.А. Захаренко, К.В. Новожилова, Н.Р. Гончарова // Сб. метод. рекомен. по защите растений. — СПб., 1998. — С. 31–35.
12. *Мальцев А.И.* Сорная растительность СССР / А.И. Мальцев. — М.; Л.: Сельхозиздат, 1933. — С. 29–175.

13. Работнов Т.А. Изучение ценоотических популяций в целях выяснения стратегии жизни видов / Т.А. Работнов // Бюлл. МОИП. — 1975. — Т. 80, Вып. 2. — С. 5–17. — (Отд.: Биология).
14. Екосистемный подход / Приложение к Решению КС V/6 Конференций сторон Конвенции о биологическом разнообразии (Найроби, 15–26 мая 2000 г.). — Найроби, 2000. — С. 40–46.
15. Мазинг В.В. Консорции как элементы структуры биоценозов / В.В. Мазинг // Труды МОИП. — 1966. — Т. 27. — С. 117–127.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — С. 35–231.
17. New genotypes and technological indicators of Winter triticale / [T.Z. Moskalets S. P. Vasylykivskiy, B.V. Morgun et al.] // Biotechnologia Acta. — 2016. — Vol. 9, No. 1. — P. 79–86.

REFERENCES

1. Vasilevich V.I. (1983). *Ocherki teoreticheskoy fitosenologii* [Essays theoretical phytocenology]. Leningrad: Nauka Publ., 249 p. (in Russian).
2. Burda R.I. (2010). *Rol burianiv-antropofitiv u polovykhsivozminakh rivnynoi Ukrainy* [The role of weed-antropofitiv in Ukraine]. *Roslyny-buriany: osoblyvosti biolohii ta ratsionalni systemy yikh kontroliuvanniav posivakh silskohospodarskykh kultur* [Plants-weeds:biology and rational system kontrolowana agricultural crops]. Proceedings of 7-th scientific-theoretical conference Ukrainian Scientific Society]. Kyiv: Kolobih Publ., pp. 38–43 (in Ukrainian).
3. Zhukov V.N. (2001). *Otsenka vzaimootnosheniy rasteniy v posevakh tritikale* [Assessment of the relationship of plants in crops of triticale]. *Vseros. Konferencia: «Zashchita selskokhozyaystvennykh rasteniy: sostoyanie i perspektivy razvitiya»* [Proceedings of «The protection of agricultural plants: Status and Prospects for Development»]. Moskva — S.Peterburg — Sochi, p. 66. (in Russian).
4. Moskalets T.Z. (2016). Tribe *Triticeae* L. and the biocenotic mechanisms of adaptability / T.Z. Moskalets // Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University, Vol. 6(2), pp. 259–267 (in Ukrainian).
5. Zuza V.S. (2014). *Do pytannia poshyrenosti burianiv* [Do question prevalence of weeds]. *Naukovo praktychnoho Insnytutu bioenerhenychnuch kultur i tsukrovuch buriakiv* [Scientific and Practical Institute of bioenergy crops and sugar beet]. Iss. 20, pp. 41–46 (in Ukrainian).
6. Kornilova E.H., Voevodin A.V. (1985). *O konkurentnykh vzaimootnosheniyakh mezhdru pshenitsey i odnoletnimi sornyakami* [On the competitive relationship between wheat and annual weeds]. S.-kh. Biologiya, No. 6, pp. 66–69 (in Russian).
7. Markov M.V. (1972). *Agrofitotsenologiya — nauka o polevykh rastitelnykh soobshchestvakh* [Agrophytocenology — the science of the field of plant communities]. Izdelstvo Kazan. Un-ta Publ., 269 p. (in Russian).
8. Mirkin B.M. (1990). *Rastitelnye soobshchestva* [Plant communities]. *Obshchue problemu biotseologii: Materialu II-go Vsesoyuznoho soveshchaniia* [Common problems biocenology: Materials II All-Union meeting]. Moskva: Nauka Publ., pp. 151–164 (in Russian).
9. Volkodav V.V. (2000). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur* [The method of state sort testing crops]. *Derzhkomisiiia Ukrainy po vyprobuvanni ta okhoroni sortiv roslin* [The state Commission of Ukraine for testing and protection of plant varieties]. Kyiv: Alefa Publ., Iss. 1, pp. 10–50 (in Ukrainian).
10. Chenkin A.F. (1994) *Metody ucheta i prognoz zasorennosti posevov. Fitosanitarnaya diagnostika* [Methods of accounting and forecast crop debris. Phytosanitary diagnostics]. Moskva: Kolos Publ., pp. 294–313 (in Russian).
11. Zakharenko V.A., Novozhilov K.V., Goncharov N.R. (1998). *Metody ucheta sornykh rasteniy* [Methods of accounting weeds]. *Sbornyk metodicheskikh rekomendaciy po zashchite rasteniy* [Collection of methodical recommendations on plant protection]. S.Peterburg, pp. 31–35 (in Russian).
12. Maltsev A.I. (1933). *Sornaya rastitelnost SSSR* [Weeds USSR]. Moskva; Leningrad: Selkhozizdat Publ., pp. 29–175 (in Russian).
13. Rabotnov T.A. (1975) *Izuchenie tsenoticheskikh populyatsiy v tselyakh vyjasneniya strategii zhizni vidov* [Study cenotic populations in order to determine the strategy of living species]. Byull. MOIP: Otd. Biol. Publ., Vol. 80, Iss. 2, pp 5–17 (in Russian).
14. *Ekosistemnyy podkhod / Prilozhenie k Resheniyu KS V/6 Konferentsiy storon Konventsii o biologicheskoy raznoobrazii* [The ecosystem approach / Annex to Decision COP V / 6 of the Conference Parties to the Convention on Biological Diversity]. Nayrobi. 15–26 maya 2000 g., pp. 40–46 (in Russian).
15. Mazing V.V. (1966). *Konsortsii kak elementy struktury biotsenozov* [Consortium as elements biotsenozov]. Tr. MOIP Publ., Vol. 27, pp. 117–127 (in Russian).
16. Dospikhov B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moskva: Agropromizdat Publ., pp. 35–231 (in Russian).
17. Moskalets T.Z., Vasylykivskiy S.P., Morgun B.V., Moskalets V.I., Moskalets V.V., Rybalchenko V.K. (2016). New genotypes and technological indicators of Winter triticale, Biotechnologia Acta, Vol. 9, No. 1, P. 79–86 (in English).

ОГЛЯДОВА СТАТТЯ

УДК 57.04

ПЕРСПЕКТИВИ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ *DERMANYSSUS GALLINAE* (DE GEER, 1778) У ПТАХІВНИЦТВІ

О.В. Тертична, Л.І. Свальячук

Інститут агроекології і природокористування НААН

*Проведено критичний огляд та ретроспективний аналіз вітчизняної та іноземної літератури щодо поширення та еколого-біологічних особливостей *Dermanyssus gallinae* (червоного пташиного кліща). Розглянуто його основні морфолого-біологічні характеристики, систематичне положення, цикл розвитку, розмноження. Узагальнено оптимальні екологічні параметри, сприятливі для його розвитку. Проаналізовано негативний вплив та наслідки поширення *D. gallinae* в умовах виробництва птахівничої продукції та перспективи екологічних досліджень в Україні.*

Ключові слова: птахівництво, *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778), екологічні чинники, поширення.

Нинішнє трактування паразитизму визначає його як вид взаємозв'язків між різними видами, за якого один з них (паразит) певний час використовує іншого (господаря) як джерело живлення та середовище існування, частково чи повністю покладає на нього регуляцію своїх взаємовідносин з довкіллям. За визначенням М.Ш. Акбаєва [1], паразитизм — це історично сформована асоціація генетично різного роду організмів, яка базується на імунобіологічних взаємовідносинах, харчових зв'язках і взаємообміні, за якого один (паразит) використовує іншого (господаря) як середовище існування і джерело харчування та завдає йому шкоди.

Низка зарубіжних вчених (R. Stevens, J.F. Wallman, D. Otranto, R. Wall та T. Pape) у 2006 р. висунули гіпотезу, що в процесі еволюції хребетних, близько 600 млн років тому, кілька груп членистоногих використовували тварин як джерело харчування. Паразитизм у різних групах членистоногих виник незалежно один від одного [2, 3].

Глобальне розповсюдження *D. gallinae*. Після одомашнення птиці з'явилися проблеми, зумовлені ектопаразитами. Най-

більш розповсюдженим є кровосисний паразит курячий кліщ (*Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778)), або пташиний червоний кліщ (*Poultry red mite*) — тимчасовий гніздовий ектопаразит і облігатний гематофаг курей, індиків, водоплавної та синантропної птиці. Трапляється повсюди, найчастіше в пташниках, у гніздах синантропної птиці — горобців, голубів, ластівок тощо [4]. Світове промислове птахівництво в XXI столітті характеризується динамічним розвитком та високим рівнем інтенсифікації. Серед низки екологічних наслідків, зумовлених бурхливим розвитком виробництва продукції птахівництва, питання поширення ектопаразитів у птахогосподарствах, зокрема *D. gallinae*, є актуальними для вітчизняних і зарубіжних дослідників (акарологів, фахівців ветеринарної медицини, паразитологів, екологів) [5, 6]. Загально визнано, що акароценози належать до переліку біологічних агентів, що негативно впливають на розвиток птахівництва загалом [7–10]. Із цим шкідником активно борються країни ЄС, оскільки він завдає значних збитків їх економікам — витрати становлять близько 130 млн євро на рік (рисунок).

© О.В. Тертична, Л.І. Свальячук, 2016



Поширення *D. gallinae* (темні області рисунка) (Ethar Carter, 2014)

За результатами досліджень колективу авторів з університету Ковентрі (Великобританія): Д. Джорджа, Р. Фінна, К. Грема, В. Маурер, С. Моро, О. Спарагано у 2015 р. було спрогнозовано зростання щільності кліща до 50 тис. на одного птаха в умовах кліткової системи утримання, а подекуди й до 500 тис. [11]. Втрати на виробництві через стрес птахів, зумовлений популяціями кліща, можуть бути доволі високими, проявлятися анеміями і навіть смертю шляхом знекровлення тварин. Зараження може також призводити до зниження якості яєць (внаслідок тонкості і плямистості оболонки) та їх виробництва. Навіть невеликі популяції кліща можуть спричинити істотний негативний вплив, а також бути переносником трансмісивних хвороб. Будь-який кліщ є потенційним переносником кількох патогенних мікроорганізмів [12]. В іноземній літературі описано випадки ураження кліщем людини, що викликає дерматит [13]. Тому особливо важливими є питання біобезпеки та ветеринарного благополуччя птиці з огляду на здатність кліща бути переносником багатьох хво-

роб: хвороби Ньюкасла, віспи-дифтерити птахів, пастерельозу курей, кліщового паралічу птахів, збудника лихоманки-Ку і резервуаром збудника риккетсіозу Бернета, а також заражати курей спірохетами та бути переносниками деяких вірусів (у т.ч. енцефаліту курей).

Українські дослідники М.В. Богач, О.С. Сіренко, А.А. Міщенко, А.Н. Машкей, О.В. Пономаренко, А.П. Коломацький висвітлили питання розповсюдження та локалізації кліщів у виробництві птахопродуктів [14, 15]. Курачий кліщ особливо є поширеним на півдні України, де завдає значних збитків птахівництву, інколи нападає і на домашніх ссавців. У наукових працях А.В. Березовського, Т.І. Фотіної, Л.В. Нагорної запропоновано препарати для боротьби з ектопаразитами птиці, розглянуто ветеринарні та паразитологічні питання впливу інсектицидів на акароценози [16].

Таксономічне положення. *D. gallinae* відноситься до класу Павукоподібні, надряду Паразитоморфні кліщі (*Parasitiformes*). На сьогодні ідентифіковано та визначено значну кількість паразитоморфних кліщів.

Це надряд, до якого входять три ряди (*Mesostigmata*, *Holothyridae*, *Ixodida*). Своєю чергою лише ряд *Mesostigmata* (*Gamasida*), або Гамазові кліщі, до якого і належить пташиний червоний кліщ, налічує у своєму різноманітті 100 родин, 900 родів і понад 8000 видів. Ми наводимо систематичне положення тільки для *D. gallinae* [17, 18].

Морфолого-біологічні особливості.

Кліщам, як і будь-яким іншим групам паразитів, властиво швидко пристосування до різних умов існування. Впродовж еволюції з ними відбулися і морфологічні зміни, наприклад, ротовий апарат, призначений для проколювання шкіри та всмоктування крові, травна система і покриви тіла набули здатності до розтягування, що дає їм змогу рідко харчуватися. *D. gallinae* має видовжено-овальну форму тіла, особини до та після насичення кров'ю мають розміри — 0,6–0,75 мм та 2 мм відповідно. Тіло, як і у всіх гамазових кліщів, розділяється на тіло — ідіосому, що має чотири пари ніг, та ігнатосому — комплекс ротових органів. Забарвлення тіла кліща залежить від ступеня його насичення кров'ю: особини до насичення кров'ю мають світло-жовте забарвлення, а після — стають червоними, в процесі перетравлювання їжі набувають жовто-коричневого забарвлення. Паразит має добре розвинені чотири пари шести-членних ніг. На ногах є кігтики і присисні подушечки. Перша пара ніг виконує функції органів дотику і хеморецепторів. На дорсальному боці тіла існує щиток, що звужується до задньої частини. Хоботок має сильно витягнуті хеліцери стилетоподібної (лійкоподібної) форми, пристосовані до проколювання шкіри [1, 4].

Життєвий цикл. Розвиток — неповний. Стадії розвитку — яйце, личинка, протонімфа, дейтонімфа та імаго. Існує статевий диморфізм — самка відрізняється від самця розмірами тіла. Довжина тіла самки становить 0,75–0,84 мм, ширина — 0,4 мм. Тіло має овальну форму. Самець має значно менші розміри тіла — 0,6–0,63 мм, ширина — 0,32 мм. Цикл розвитку цього паразита залежить від температури, тому в теплих приміщеннях він може розвиватись

цілорічно, мінімальна тривалість циклу розвитку кліща становить 10–14 діб, хоча існують твердження, що паразит може розвиватись і швидше — 6–12 діб за оптимальної температури 20–25°C (таблиця) [16]. До того ж за інтенсифікації виробництва створюються оптимальні умови для його активного розмноження: температура, вологість, ущільнення утримання птиці.

Яйце *D. gallinae* має овальну форму. Довжина становить 0,3 мм, ширина — 0,15 мм. Личинка має три пари ніг. Довжина тіла — 0,34–0,4 мм. У протонімфи існує чотири пари ніг. Тіло — овальної форми, з опуклим спинним боком. Колір, як і у личинки, майже прозорий, довжина тіла до насичення кров'ю становить 0,4 мм, а після — збільшується в розмірах і стає червонувато-бурим. Фаза дейтонімфи є доволі схожою із попередньою фазою. Довжина тіла особини до насичення кров'ю становить 0,58 мм. Вдень імаго ховаються у щілинах гнізд, кліток, стін, стель, у смітті, підстилці тощо. У нічний період доби *D. gallinae* знаходять свою жертву тварину-господаря і смочуть кров від кількох хвилин до декількох годин. Упродовж цього часу поглинається маса крові, яка перевищує масу кліща в 10 разів. Тому він може існувати без господаря 8–9 місяців.

Розмноження. Самець відшукує на тілі тварини-господаря дейтонімфу, яка найбільше насмокталася крові, прикріплюється до неї і залишається доти, доки вона не перетвориться в імаго, тобто в дорослу самку. Відразу після линьки кліщі спарюються. Коли відбувається копуляція, самець за допомогою своїх хеліцер прикріплює міше-

Фенологія розвитку *D. gallinae*

Життєва форма	Тривалість розвитку
Яйце (ембріон)	50–120 год
Личинка	24–30 год
Протонімфа	1–2 дні
Дейтонімфа	2–3 дні
Імаго	9–11 міс.

чок зі спермою (сперматофор) до статевого отвору самки. Після запліднення самка один раз харчується кров'ю і ховається в безпечне місце. Відкладати яйця вона починає через добу після перетравлення крові — по одному яйцю з інтервалом у 8–10 год на купку, і злегка приклеює їх до субстрату клейкою речовиною (всього 20 шт.). Після цього самка виходить на повторне харчування і впродовж свого життя може відкласти до 300 яєць [19,20].

Вплив екологічних чинників на формування та розвиток популяцій *D. gallinae*. Швидкий життєвий цикл *D. gallinae*, безсумнівно, надає йому статусу домінуючого шкідника промислового птахівництва. Екологічна оцінка популяцій курячого червоного кліща на сьогодні в Україні залишається маловивченою. Проблема поширення ектопаразитів у птахогосподарствах є актуальною, що потребує екологічного підходу до її розв'язання з урахуванням усіх особливостей видів, закономірностей динаміки популяцій, впливу абіотичних чинників, насамперед температури, що є важливим в умовах глобальних змін клімату.

Відомо, що для прогресування розвитку життя або, навпаки, регресу того чи іншого організму необхідна дія певних чинників. У 1999 р. шведськими вченими (Н. Nordenfors, J. Höglund A. Uggla) у Департаменті паразитології Національного ветеринарного інституту були проведені дослідження впливу температур та вологості на розвиток різних стадій життєвого циклу курячого кліща та його виживання. Особин на

різних стадіях розвитку зберігали в пробірках і піддавали впливу різних температур та вологості, а також було досліджено відкладання ними яєць за цих температур та вологості. Так, самки відкладали яйця при температурі від +5 до +45°C, але найбільше — при температурі +20°C і відносній вологості 70%, а розвиток личинок і протонімф спостерігався лише за температур в інтервалі від +20 до +25°C. Середня тривалість яйцекладки варіювала у межах 1,0–3,2 год за діапазону температур від +20 до +45°C. Також було зафіксовано, що особина проіснувала близько дев'яти місяців без доступу до їжі при температурі від +5 до +25°C. Температури понад +45 та нижче –20°C призводили до летального результату кліща на всіх стадіях розвитку, хоча існують дані, що *D. gallinae* може загинути і при температурі –5°C [21]. Тривалість життя була однаковою для самок і протонімф, які виживали при 30 і 45%-ій відносній вологості. Це дослідження засвідчило, що *D. gallinae* може існувати впродовж тривалого часу без живлення, за відповідних мікрокліматичних умов, але кліщ не розмножується при низькій відносній вологості і екстремальних температурах. З огляду на це, можна зробити висновок, що зміна абіотичних умов може бути корисною для зменшення популяції кліща у пташниках.

Отже, екологічна оцінка популяцій ектопаразитів за виробництва птахопродукції потребує поглиблених досліджень синекологічних та аутоекологічних особливостей їх формування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Паразитология и инвазионные болезни животных / М.Ш. Акбаев, Ф.И. Василевич, Р.М. Акбаев и др.; под ред. М.Ш. Акбаева. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Колос, 2009. — 776 с.
2. The evolution of myiasis in man and animals in the Old and New Worlds / J.R. Stevens, J.F. Wallman, D. Otranto et al. // Trends Parasitol. — 2006. — Vol. 22. — P. 181–188.
3. Waage J.K. The evolution of insect/vertebrate associations / J.K. Waage // Biol. J. Linn. Soc. — 1979. — Vol. 12. — P. 187–224.
4. Паразитология и инвазионные болезни сельскохозяйственных животных / Д.Н. Антипин, В.С. Ершов, Н.А. Золотарев, В.А. Салаяев; под ред. В.С. Ершова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Колос, 1964. — 495 с.
5. Медицинская дезинсекция: учеб.-метод. пособие / И.В. Северинчик [и др.]. — Минск: БГМУ, 2011. — 71 с.
6. Ташбулатов А.А. Как избавиться от кокцидий и красного куриного клеща в помещениях / А.А. Ташбулатов // Птицеводство. — 2014. — № 2. — С. 53–56.
7. Видове різноманіття кровосисних членистоногих у природних та господарчих біоценозах України / А.М. Машкей, О.О. Міщенко, Н.В. Сумакова та ін.

- // Ветеринарна медицина. — X., 2012. — Вип. 96. — С. 187–188.
8. Maurer V. Silicas for control of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* / V. Maurer, E. Perler // Proceedings of the European Joint Organic Congress (Odense, 30–31 May). — Odense, 2006. — P. 504–515.
 9. Diversity, Geographic Distribution, and Habitat-Specific / C.V. Moro, J. Thioulouse, C. Chauve, L. Zenner // Variations of Microbiota in Natural Populations of the Chicken Mite, *Dermanyssus gallinae* // Journal of Medical Entomology. — 2011. — No. 48 (4). — P. 788–796.
 10. Wall R. Ectoparasites: Future challenges in a changing world / R. Wall // Veterinary Parasitology. — 2007. — Vol. 148. — P. 62–74.
 11. Should the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* be of wider concern for veterinary and medical science? / David R. George, Robert D. Finn, Kirsty M. Graham et al. // Parasites & Vectors. — 2015. — Vol. 8. — P. 178–188.
 12. Molecular detection of avianpathogens in poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) collected in chickenfarms / T.T. Chu, T. Murano, Y. Uno [at al.] // J Vet Med Sci. — 2014. — vol. 76 (12). — P. 1583–1587.
 13. Cosoroaba I. Massive *Dermanyssus gallinae* invasion in battery-husbandryraised fowls / I. Cosoroaba // Rev Med Vet-Toulouse. — 2001. — Vol. 152. — P. 89–96.
 14. Богач М.В. Кровосисні членистоногі домашньої птиці як можливі переносники збудників хвороб / М.В Богач., О.С. Сіренко // Ветеринарна медицина України. — 2012. — Вип. 96. — С. 266–267.
 15. Распространение и локализация куриного клеща (*Dermanyssus gallinae*) и средство борьбы с ним // А.А. Мищенко, А.Н. Машкай, О.В. Пономаренко, А.П. Коломацкий // Ветеринарна медицина. — 2010. — Вип. 94. — С. 284–285.
 16. Фотіна Т.І. Особливості корекції популяції червоного кліща в умовах птахогосподарств України / Т.І. Фотіна, Л.В. Нагорна // Ефективне птахівництво. — 2013. — № 11. — С. 36–39.
 17. Балашов Ю.С. Паразитизм клещей и насекомых на наземных позвоночных / Ю.С. Балашов. — СПб.: Наука, 2009. — 357 с.
 18. Proctor H. Mites and birds: Diversity, parasitism and coevolution / H. Proctor, I. Owens // Trends in Ecology and Evolution. — 2000. — Vol. 15. — P. 358–364.
 19. Паразитологія та інвазійні хвороби сільськогосподарських тварин: підручник для викладачів і студ. акад. вет. медицини с.-г. вузів III–IV рівнів акредитації / Під ред. В.К. Чернухи. — К.: Урожай, 1996. — 446 с.
 20. Chauve C. The poultry red mite *Dermanyssus gallinae* / C. Chauve: current situation and future prospects for control // Vet Parasitol. — 1998. — Vol. 79. — P. 239–245.
 21. Nordenfors H. Effects of Temperature and Humidity on Oviposition, Molting, and Longevity of *Dermanyssus gallinae* (Acari: *Dermanyssidae*) / H. Nordenfors, J. Glund, A. Uggla // Journal of Medical Entomology. — 1999. — 36 (January). — P. 68–72.

REFERENCES

1. Akbaev M.Sh., Vasilevich F.I., Akbaev R.M. (2009). *Parazitologiya i invazionnye bolezni zhivotnykh* [Parasitology and parasitic diseases of animals]. Moskva: Kolos Publ., 776 p. (in Russian).
2. Stevens J.R., Wallman J.F., Otranto D. (2006). The evolution of myiasis in man and animals in the Old and New Worlds, Trends Parasitol, Vol. 22, pp. 181–188 (in English).
3. Waage J.K., Waage J.K. (1979). The evolution of insect/vertebrate associations, Biol. J. Linn. Soc., Vol. 12, pp. 187–224 (in English).
4. Yershov V.S., Antipin D.N., Yershov V.S. Zolotarev N.A., Salyaev V.A. (1964). *Parazitologiya i invazionnye bolezni selsko-khozyaystvennykh zhivotnykh* [Parasitology and parasitic diseases of agricultural animals] Moskva: Kolos Publ., 495 p. (in Russian).
5. Severinichik I.V. (2011). *Meditsinskaya dezinfestatsiya: uchebno-metodicheskoe posobie* [Medical disinfection: teaching metodicheskoe allowance]. Minsk: BGMU Publ., 71 p. (in Russian).
6. Tashbulatov A.A. (2014). *Kak izbavitsya ot koktsidii i krasnogo kurinogo kleshcha v pomescheniyakh* [How to get rid of coccidia and red chicken mite indoor]. Ptitsevodstvo [Poultry]. No. 2, pp. 53–56 (in Russian).
7. Mashkei A.M., Mishchenko O.O., Sumakova N.V. (2012). *Vydove riznomanititii krovosysnykh chlenys-tonohykh u pryrodnykh ta hospodarchykh biotse-nozakh Ukrainy* [Species diversity blood-sucking arthropods in natural biocenoses and household Ukraine]. *Veterynarna medytsyna* [Veterinary Medicine]. Kharkiv: Iss.96, pp. 187–188 (in Ukrainian).
8. Maurer V., Perler E. (2006). Silicas for control of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*, Proceedings of the European Joint Organic Congress:30–31 May, Odense, pp. 504–515 (in English).
9. Moro C.V., Thioulouse J., Chauve C., Zenner L. Diversity (2011). Geographic Distribution, and Habitat-Specific Variations of Microbiota in Natural Populations of the Chicken Mite, *Dermanyssus gallinae*, Journal of Medical Entomology, No. 48(4), pp. 788–796 (in English).
10. Wall R. (2007). Ectoparasites: Future challenges in a changing world, Veterinary Parasitology, Vol. 148, pp. 62–74 (in English).
11. David R. George, Robert D Finn, Kirsty M (2015). Graham Should the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* be of wider concern for veterinary and medical science, Parasites & Vectors, Vol. 8, pp. 178–188 (in English).
12. Chu T.T., Murano T., Uno Y. (2014). Molecular detection of avianpathogens in poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) collected in chickenfarms,

- J Vet Med Sci., Vol. 76 (12), pp. 1583–1587 (in English).
13. Cosoroaba I. (2001). Massive *Dermanyssus gallinae* invasion in battery-husbandryraised fowls Rev Med Vet-Toulouse, Vol. 152, P. 89–96. (in English).
 14. Bohach M.V., Sirenko O.S. (2012). *Krovosysni chlenystonohi domashnoi ptytsi yak mozhlyvi perenosnyky zbudnykiv khvorob* [Blood-sucking arthropods poultry as the possible carriers of pathogens]. *Veterynarna medytsyna Ukrainy* [Veterinary Medicine of Ukraine]. Kharkiv, Iss. 96, pp. 266–267 (in Ukrainian).
 15. Mishchenko A.A., Mashkay A.N., Ponomarenko O.V., Kolomatskiy A.P. (2010). *Rasprostranenie i lokalizatsiya kurinogo kleshcha (Dermanyssus gallinae) i sredstvo borby s nim* [Distribution and localization of chicken mite (*Dermanyssus gallinae*) and means to deal with it]. *Veterinarna meditsina* [Veterinary Medicine]. Iss. 94, pp. 284–285 (in Russian).
 16. Fotina T.I., Nahorna L.V. (2013). *Osoblyvosti korektsii populatsii chervonooho klishcha v umovakh ptakhohospodarstvo Ukrainy* [Features correcting red mite population in conditions of Ukraine]. *Efektivne ptakhivnytstvo* [Effective poultry farms poultry]. No. 11, pp. 36–39 (in Ukrainian).
 17. Balashov Yu.S. (2009). *Parazitizm kleshchey i nasekomykh na nazemnykh pozvonochnykh* [Parasitism mites and insects on land vertebrates]. Sankt-Peterburg: Nauka Publ., 357 p. (in Russian).
 18. Proctor H., Owens I. (2000). Mites and birds: Diversity, parasitism and coevolution. *Trends in Ecology and Evolution* 15, pp. 358–364 (in English).
 19. Chernukha V.K. (1996). *Parazytolohiia ta invaziini khvoroby silskohospodarskykh tvaryn: pidruchnyk* [Parasitology and invasive diseases of farm animals: a textbook]. Kyiv: Urozhai Publ., 446 p. (in Ukrainian).
 20. Chauve C. (1998). The poultry red mite *Dermanyssus gallinae*: current situation and future prospects for control, *Vet Parasitol.* Iss. 79, pp. 239–245 (in English).
 21. Nordenfors H., Glund J., Uggla A. (1999). Effects of Temperature and Humidity on Oviposition, Mating, and Longevity of *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae), *Journal of Medical Entomology*. No. 6 (January), pp. 68–72 (in English).



YVES ROCHER
FRANCE

Експерт Рослинної Косметики® із Франції

Премія «Земля Жінок 2016–2017»

26 липня 2016 р. в Україні стартував черговий прийом анкет на участь у премії «Земля Жінок 2016–2017», що дає унікальний шанс трьом фіналісткам отримати фінансову допомогу для розвитку проєктів із захисту навколишнього природного середовища: 1-е місце — 5000 євро, 2-е — 3 000 євро, 3-є — 2000 євро. Лауреатка першої премії зможе поборотися за додатковий грант розміром 5000 євро впродовж онлайн-голосування за Приз глядацьких симпатій та Міжнародну премію «Земля Жінок». Міжнародна церемонія нагородження відбудеться у Парижі в квітні 2017 р., під час якої надається шанс здобути перемогу серед перших лауреаток премії всіх країн-учасниць, а також отримати грошову дотацію в розмірі 10 000 євро.

Взяти участь в конкурсі може кожна жінка старша 18-ти років з українським громадянством. Для цього необхідно заповнити анкету і разом з детальним описом проєкту відправити до 10 жовтня 2016 р. на електронну адресу: olga.oshemetkova@yvetnet.com або поштою в офіс «Ів Роше Україна» за адресою: **вул. Петра Сагайдачного, 33, Київ, 04070, Україна**. Завантажити анкету та ознайомитися з детальними правилами премії «Земля Жінок 2016–2017» можливо за посиланням: http://www.yves-rocher.ua/control/terre_de_femmes/

Після завершення прийому заявок, традиційно проєкти буде оцінювати компетентне журі, до складу якого увійдуть: представник Французького посольства в Україні, генеральний директор компанії «Ів Роше Україна», представник Національної Академії Аграрних Наук України (партнер «Ів Роше Україна» в проєкті з висадження дерев в Україні) та головні редактори авторитетних друкованих ЗМІ. Під час оцінювання і відбору проєктів журі буде керуватись такими критеріями:

- чи стосується проєкт екології та захисту навколишнього середовища;
- чи перебуває на етапі реалізації; чи має конкретні досягнення та результати;
- чи має довгострокові перспективи;
- чи несе користь для українського суспільства і країни загалом.

У листопаді 2016 р. журі визначить трьох фіналісток, чії проєкти найбільш відповідають заявленим критеріям. У лютому 2017 р. Фонд Yves Rocher під егідою Інституту Франції та спільно з компанією «Ів Роше Україна» проведуть восьму Церемонію нагородження переможців премії «Земля Жінок 2016–2017» в Україні.

ДРЕНАЖНО-СКИДНІ СТОКИ РИСОВОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЯК ДОДАТКОВИЙ РЕЗЕРВ ПОЛИВНОЇ ВОДИ*

О.І. Дементьєва

Інститут агроекології і природокористування НААН

Розглянуто доцільність розбавлення дніпровської води дренажно-скидними водами на 25% та використання їх у технології вирощування сільськогосподарських культур на залитих рисових полях (чеках), що сприятиме охороні навколишнього природного середовища рекреаційної зони Південного Степу України. Наведено дані щодо якості дніпровської, дренажно-скидних та змішаних вод. Встановлено залежність врожайності зеленої маси вирощуваної культури від якості поливної води. Досліджено врожайність зерна рису сортів різних груп стиглості залежно від кількості, якості поливної води та добрив.

Ключові слова: поливна вода, змішана поливна вода, дренажно-скидні стоки, мінералізація води, врожайність зерна, сумарне водоспоживання.

Активний розвиток рисівництва в Україні припадає на період 60–90-х років минулого століття, коли площі посівів збільшувалися, і відбувалася значна інтенсифікація виробництва, що негативно вплинуло на довкілля [1].

Рис — одна з провідних зернових культур світового землеробства. Його продукцією харчується понад половина населення земної кулі. Широке розповсюдження культури у світі свідчить про її вагомое народногосподарське значення. Нині посіви рису існують у 112 країнах світу, що займають площу 147 млн га. Річне виробництво зерна у світі перевищує 50 млн т. За врожайністю рис посідає перше місце у світі, а за посівними площами та валовими зборами — друге серед усіх зернових культур [2].

Основним продуктом, який отримують із зерна рису, є рисова крупа, але слід зауважити, що із соломи, лузги, мучки, подрібненої крупи, на частку яких припадає близько 75% біологічного врожаю, можли-

во отримувати додатково десятки цінних продуктів харчування та продукції технічного призначення. В абсолютно сухій речовині крупи міститься 88% крохмалю, 6–8 — білків, 0,5 — жирів та 0,5% цукру. За рівнем засвоєння (96%) та перетравлення (98%) рисова крупа посідає одне з перших місць і тому широко застосовується як дієтичний продукт та в дитячому харчуванні [3].

Техніка вирощування рису в умовах затопленого ґрунту потребує істотних затрат зрошувальної води. Значне водопостачання спричиняє і великі обсяги непродуктивних технологічних скидів, які здійснюються у акваторію Чорного та Азовського морів. Унаслідок відведення дренажно-скидних стоків рисової зрошувальної системи у водні об'єкти рекреаційної зони змінюється мінералізація води, відбувається її забруднення комплексом хімічних речовин, які вимиваються з рисових полів, що призводить до їх накопичення у донних відкладеннях та гідробіонтах, а це своєю чергою спричиняє зниження рибопродуктивності, погіршення санітарних та інших показників якості води [4, 5].

* Науковий керівник — канд. с.-г. наук І.В. Шумигай.

Нині актуальним є питання максимального повторного використання дренажно-скидних вод, що сприятиме мінімізації непродуктивних скидів, ресурсозбереженню і охороні навколишнього природного середовища, зокрема заток Чорного та Азовського морів, що і стало метою нашого дослідження в технології вирощування рису — провідної зернової культури півдня України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Згідно з програми наукових досліджень, продовжж 2012–2015 рр. за допомогою лабораторних аналізів, вегетаційного та польового методів досліджень вивчали якість дніпровської, дренажно-скидних та змішаних поливних вод.

Як індикатор використовували рослини кукурудзи, за допомогою чого досліджували залежність врожайності її зеленої маси за поливів водою різної якості.

Схема досліджень налічувала п'ять варіантів поливної води: 1) дніпровська (100%); 2) змішана (дніпровська — 75% + дренажно-скидні — 25%); 3) змішана (дніпровська — 50% + дренажно-скидні — 50%); 4) змішана (дніпровська — 25% + дренажно-скидні — 75%); 5) дренажно-скидні (100%). Повторюваність дослідів — чотирикратно.

Схема польових дослідів передбачала два фони зволоження: 1) Поливи дніпровською водою; 2) Поливи змішаною водою (дніпровська — 75% + дренажно-скидні — 25%). Досліджуваними сортами рису були: ранньостиглі (Престиж, Серпневий) та середньостиглі (Віконт, Онтаріо). Режим зрошення здійснювали методом постійного затоплення. Із мінеральних добрив під рис на досліджуваних фонах зрошення вносили сульфат амонію — 288 кг/га, простий суперфосфат — 156, для підживлення — сечовину із розрахунку 100 кг/га.

Зрошувана норма за нашими спостереженнями, в середньому за роки досліджень, становить 15405 м³/га. Сумарне водоспоживання залежно від досліджуваних фонів зрошення і сортів культури варіювало у межах 17031–17043 м³/га, коефіцієнт водоспоживання — 1661–2204 м³/т.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати лабораторних досліджень гідрохімічного контролю та оцінки якості дніпровської, змішаної (дніпровська — 75% + дренажно-скидні — 25%), дренажно-скидних вод демонструють істотну різницю їх показників (табл. 1). Так, сухий залишок, загальний уміст розчинних солей, або мінералізація, свідчить про токсичність зрошувальної води для сільськогосподарських культур та ризик засолення ґрунту. Досліджувана змішана вода на 23,2% містить більше солей, ніж дніпровська, натомість на 48,8% менше порівняно з дренажно-скидними стоками, тобто рівень вмісту солей усіх досліджуваних зразків є значно нижчим від величин гранично допустимої концентрації (ГДК) — 100 мг/дм³. Концентрація гідрокарбонат-іонів дніпровської води (168 мг/дм³), змішаної (186), і навіть дренажно-скидних стоків (228), є значно нижчою від показників ГДК (500–550 мг/дм³). Вказані величини свідчать про доцільність використання досліджуваних типів поливної води, яка не буде спричиняти погіршення водопроникності ґрунту. Змішана вода є менш агресивною порівняно з дренажно-скидними водами. Сульфатів у цій воді більше на 14,6%, хлоридів — на 9,8, кальцію — на 6,8, мангану — на 20,8 та калію і натрію — на 9,1%, ніж у дніпровській воді. Щодо показника рН, він нижчий порівняно з дніпровською водою, але вищий порівняно з дренажно-скидними стоками. У змішаних водах порівняно з дніпровською поливною водою більше: амонійного азоту — на 28,6%, нітратів — на 27,2, фосфатів — на 33,3, калію — на 25%. Підвищену поживність змішаних вод зумовлено вимиванням поживних речовин із ґрунту поливною водою під час фільтрації. За нашими спостереженнями на 1 га зрошуваної площі із змішаними водами надходить 35 кг натрію, фосфору та калію.

Дренажно-скидні води мають менш позитивні показники порівняно зі змішаною водою: в 1,5 раза більше сульфатів, у 1,3 — хлоридів, у 1,7 — мангану та у 1,2 раза калію і натрію (табл. 1). Слід зауважити, у дренажно-скидних водах показник кальцію

Якість досліджуваної поливної води, 2012–2015 рр.

№ пор.	Показники якості, мг/дм ³	Досліджувана поливна вода			ГДК
		Дніпровська	Змішана*	Дренажно-скидні	
<i>Меліоративні показники</i>					
1	pH	8,3	8,1	7,8	6,5–8,5
2	Сухий залишок	379	467	695	1000
3	Гідрокарбонати	168	186	228	500–550
4	Сульфати	82	94	123	500
5	Хлориди	41	45	53	350
6	Кальцій	44	47	52	180
7	Манган	24	29	41	40
8	Натрій + Калій	33	36	41	–
<i>Поживні речовини</i>					
1	Амонійний азот	0,15	0,21	0,33	2,0
2	Нітрати	0,99	1,36	2,22	45,0
3	Фосфати	0,12	0,18	0,29	–
4	Калій	0,21	0,28	0,45	–

Примітка: * до складу змішаної води входить: дніпровська (75%) + дренажно-скидні води (25%).

є вищим порівняно з дніпровською зрошувальною водою, як і показники інших поживних речовин: амонійного азоту, нітратів, фосфатів, рухомого калію, що обумовлено вимиванням їх із ґрунту поливною водою. Згідно з існуючим ДСТУ 2730-94 [6], дніпровська вода є придатною для зрошення. Змішана вода та, особливо, дренажно-скидні води відносяться до II класу (обмежено придатна для зрошення) і потребують постійного моніторингу з урахуванням усього комплексу їх використання [6, 7].

Результати вегетаційних дослідів, проведені впродовж 2012–2015 рр., свідчать про залежність врожайності зеленої маси вирощуваної культури (кукурудзи) від якості поливної води (табл. 2). Різниця в урожайності зеленої маси кукурудзи, згідно із дисперсійним аналізом, характеризується як математично істотна за всіма досліджуваними варіантами дослідів, що свідчить про необхідність розбавлення дніпровської води дренажно-скидними водами у співвідношенні 3:1. Отримани

результати в перспективі потребують подальшого пошуку шляхів максимального використання для поливів сільськогосподарських культур дренажно-скидних вод, що є екологічно та економічно доцільним для зрошуваної землеробства рекреаційної зони півдня України.

У польових дослідів з культурою рису мінералізація змішаної води за нашими спостереженнями, у середньому за роки досліджень, збільшилася до 23,2%, а врожайність зерна вирощуваної культури, навпаки, зменшувалася залежно від досліджуваних сортів рису: Престиж, Серпневий – на 0,45 т/га, або на 4,9%; середньостиглі Віконт, Онтаріо – на 0,49 т/га, або 5,1%, порівняно з варіантом поливу дніпровською водою (табл. 3).

Згідно з результатами проведених польових досліджень, виникла необхідність подальшого вивчення повторного використання дренажно-скидних вод за їх розбавлення дніпровською водою як джерела зрошення.

Таблиця 2

Урожайність зеленої маси кукурудзи за впливу поливної води (вегетаційні дослід), г/посудину

Досліджувана поливна вода	Роки досліджень				Середнє	Урожайність зеленої маси	
	2012	2013	2014	2015		% від контролю	зниження врожайності, % від контролю
Краснознам'янська зрошувальна система (дніпровська вода – 100%) – контроль	2021	1997	1856	2162	2009	100	–
Змішана (дніпровська – 75%, дренажно-скидні – 25%)	1880	1904	1792	1992	1892	94,1	5,9
Змішана (дніпровська – 50%, дренажно-скидні – 50%)	1800	1610	1596	1814	1705	84,7	15,3
Змішана (дніпровська – 25%, дренажно-скидні – 75%)	1680	1500	1516	1664	1590	79,1	20,9
Дренажно-скидні води	1540	1360	1390	1510	1450	72,2	27,8
НІР ₀₅ , г/посудину	25,6	75,8	59,5	69,4	–	–	–

Таблиця 3

Урожайність зерна рису сортів різних груп стиглості за впливу поливної води, т/га

Група стиглості	Досліджувані сорти (Фактор В)	Урожайність зерна за роками досліджень, т/га				Середнє
		2012	2013	2014	2015	
<i>Поливи дніпровською водою (Фактор А)</i>						
Ранньостиглі	Престиж	6,37	7,40	9,38	9,20	8,09
	Серпневий	7,75	9,77	10,71	10,80	9,76
Середньостиглі	Віконт	9,21	11,30	8,83	11,70	10,26
	Онтаріо	7,82	10,88	5,99	11,20	8,97
<i>Поливи змішаною водою (Фактор В)</i>						
Ранньостиглі	Престиж	6,10	7,04	8,94	8,85	7,73
	Серпневий	7,21	9,28	10,18	10,24	9,23
Середньостиглі	Віконт	8,66	10,75	8,40	11,12	9,73
	Онтаріо	7,39	10,35	5,71	10,63	8,52
НІР ₀₅ , т/га для факторів	А	0,91	1,08	0,64	0,76	–
	В	1,29	1,53	0,89	1,10	–
	За взаємодії: А + В	1,84	2,16	1,29	1,55	–

ВИСНОВКИ

Результати чотирирічних лабораторних, вегетаційних та польових досліджень свідчать про доцільність розбавлення дніпровської води дренажно-скидними стоками на 25% для зрошення рису та супутніх культур.

Ефективне зрошення залежить від продуктивності сортів вирощуваної культури. У наших дослідженнях на обох фонах зво-

ложення більш урожайним із ранньостиглих сортів виявився сорт Серпневий, а із середньостиглих — Віконт.

Використання змішаної води у технології вирощування супутніх культур рисових сівозмін сприятиме охороні рекреаційної зони, раціональному використанню водних ресурсів та збільшенню врожайності сільськогосподарських культур рисових сівозмін.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ушкаренко В.О. Управління еколого-безпечними, водозберігаючими та економічно обгрунтованими режимами зрошення у різних еколого-агромеліоративних умовах Південного Степу України: монограф. / В.О. Ушкаренко, В.О. Морозов, Є.В. Козленко. — Херсон, 2011. — 172 с.
2. Ванцовський А.А. Культура рису на Україні: монограф. / А.А. Ванцовський. — Херсон: Айлант, 2004. — 172 с.
3. Технологія нормованого водокористування при вирощуванні рису з врахуванням вимог ресурсо- та природозбереження в господарствах України / В.В. Дудченко, В.Г. Корнбергер, В.В. Морозов та ін. — Херсон: Вид-во ХДУ, 2009. — 103 с.
4. Лимар А.О. Экологические основы систем орошаемого земледелия / А.О. Лимар. — К.: Аграрная наука, 1997. — 397 с.
5. Дупляк В.Д. Экологические проблемы в зоне действия Красномаянской ОС и пути ее улучшения / В.Д. Дупляк, С.М. Кознишкур // Экологические проблемы при водных мелиорациях. — К., 1995. — С. 76.
6. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії: ДСТУ 2730-94. — [Чинний від 1995-07-01]. — К.: Держстандарт України, 1994. — 21 с. — (Національний стандарт України).
7. Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії: ВНД 33-5.5-02-97. — Х.: Державний комітет України по водному господарству, 1998. — 15 с.

REFERENCES

1. Ushkarenko V.O., Morozov V.O., Kozlenko Ye.V. (2011). *Upravlinnia ekoloho-bezpechnymy, vodozberihaiuchymy ta ekonomichno obgruntovanymy rezhymamy zroshennia u riznykh ekoloho-ahromelioratyvnykh umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy: monohraf* [Management of eco-safe, water-saving and economically feasible modes of irrigation in different environmental and land improvement under the southern steppes of Ukraine: monographs]. Kherson, 172 p. (in Ukrainian).
2. Vantsovskiy A.A. (2004). *Kultura rysu na Ukraini: monohraf* [Rice Culture in Ukraine: monographs]. Kherson: Ailant Publ., 172 p. (in Ukrainian).
3. Dudchenko V.V., Kornberher V.H., Morozov V.V. (2009). *Tekhnolohiia normovanoho vodokorystuvannia pry vyroshchuvanni rysu z vrakhuvanniam vymoh resurso- ta pryrodoberezhennia v hospodarstvakh Ukrainy* [Technology rationed water in growing rice with regard to the requirements and resource pryrodoberezhennya farms in Ukraine]. Kherson: Vydavnystvo KhDU Publ., 103 p. (in Ukrainian).
4. Limar A.O. (1997). *Ekologicheskie osnovy sistem oroshaemogo zemledeliya* [Ecological bases of systems of irrigated agriculture]. Kiev: Agrarnaya nauka Publ., 397 p. (in Russian).
5. Duplyak V.D., Koznishkur S.M. (1995). *Ekologicheskie problemy v zone deystviya Krasnoznamyanskoj OS i puti ee uluchsheniya* [Environmental problems in Krasnoznamyanskoj operating range and ways to improve it]. *Ekologicheskie problemy pri vodnykh melioratsiyakh* [Ecological problems of water reclamation]. Kiev, p. 76 (in Russian).
6. *DSTU 2730-94 Yakist pryrodnoi vody dlia zroshennia. Ahronomichni kryterii* [State Standard GOST 2730-94 The quality of natural water for irrigation. Agronomic criteria]. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 1994, 21 p. (in Ukrainian).
7. *VND 33-5.5-02-97 Yakist pryrodnoi vody dlia zroshennia. Ekolohichni kryterii* [GNI 33-5.5-02-97. The quality of natural water for irrigation. Environmental criteria]. Kharkiv: Derzhavnyi komitet Ukrainy po vodnomu hospodarstvu, 1998, 15 p. (in Ukrainian).

ІДЕНТИФІКАЦІЙНА ВІДПОВІДНІСТЬ ПЛАВНЕВИХ БІОТОПІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я*

І.О. Мазур

Миколаївський національний університет ім. В.О. Сухомлинського

З метою ідентифікації різномісних плавневих біотопів степових річок Північно-Західного Причорномор'я у різних класифікаційних схемах водно-болотних угідь проаналізовано найбільш вживані міжнародні та вітчизняні класифікації останніх, серед яких: «Рамсарська система класифікації водно-болотних угідь» (1971); «Класифікація водно-болотних угідь та глибоководних ділянок США (Cowardin and others, 1979); Бернська класифікація типів природних середовищ (1979); спільнот CORINE (1980); радянських болотознавців (М.Я. Кац, В.С. Доктуровський, Є.М. Брадїс, Г.Ф. Бачуріна, Д.К. Зеров); «динамічна» класифікація морських (приморських) водно-болотних угідь (Г.В. Вихованець, Т.Д. Борисевич). Ідентифіковано плавневі ділянки регіону дослідження як заплавні болота маршевого типу, прісноводні (долинні) або солонуватоводні (дельтові), нестабільні (постійні та сезонні/пересихаючі), на мінеральних ґрунтах із чітким домінуванням трав'янистої рослинності (очерету, розозу, осок).

Ключові слова: водно-болотні угіддя, класифікація, плавні, степові річки, Північно-Західне Причорномор'я.

Незважаючи на усвідомлення наукової спільноти про екологічну важливість плавнів, детальні методологічні підходи до оцінки стану вказаних екотопів мають переважно узагальнений характер. Так, основні еколого-ботанічні та гідрологічні дані відносяться винятково до суцільних плавневих масивів дельтових зон рік Дунаю, Дністра, Дніпра і частково (ботанічні) Південного Бугу [1]. Екологічні, гідрологічні особливості плавнів малих і середніх степових річок, таких як Тилігул, Чичиклія, Чортала, Бакшала, Сасик, Березань, та долинно-заплавних плавневих ділянок бузького правобережжя фактично залишилися поза межами системних наукових досліджень.

Окреслене коло проблем яскраво проявилось під час проведення загально-екологічних і гідрологічних обстежень плавневих екотопів степових річок Північно-Західного Причорномор'я. Останні впродовж 2012–2016 рр. були об'єктом комплексних досліджень, що в умовах щорічного пересихання річок носило невідкладний характер

через загрозу повного зникнення водотоків та їх унікальних біоценозів.

Безпосередніми об'єктами цих досліджень слугували плавні степових річок Тилігуло-Бузького межиріччя, під час перших обстежень яких відразу постали проблеми щодо їх класифікаційних ідентифікацій. Так, орієнтація на класичне визначення плавнів як «заболочених річкових заплав у нижній течії та дельтах водотоків із відповідними фітоугрупованнями» [1; 2] фактично нівелює ідентифікаційні ознаки цілої низки типологічно різних плавневих біотопів у межах річкових долин, оскільки плавневі ділянки річок степової зони локалізуються не лише у нижній течії водотоку, але є характерними і для середніх (мозаїчні плавневі ділянки) та верхніх її ділянок (прибережно-смушкові). Так, найбільші плавневі масиви Південного Бугу (ковалівські) розташовуються на відстані 25–35 км від гирла ріки, що є наслідком меандр русла та значного розширення заплави.

Визначення терміна «плавні», як «порослі специфічною водно-болотною рослинністю заболочені ділянки річища (ставу, озера, дельти), які постійно, або періодично (сезонно) вкриті водою» [1], загалом, може бути прийнятним для описів типово плав-

* Науковий керівник — д-р біол. наук, професор І.В. Наконечний.

невих ділянок із стабільним водним режимом. Саме для них найхарактернішими є водні рослини — амфіфіти, корені яких покриті водою, а основна стеблова частина розміщується на поверхні (над поверхнею) [3]. Але цілком проблемними лишаються класифікаційні ознаки для сезонно пересихаючих плавнів, найпоширеніших у долинах степових річок.

Метою нашої роботи є ідентифікація різнотипових плавневих екотопів степових річок Північно-Західного Причорномор'я у системі існуючих класифікацій водно-болотних угідь.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріалом роботи слугували результати власних еколого-гідрологічних, біокліматичних і фітоценотичних обстежень плавнів степових річок Тилігуло-Бузького межиріччя, виконаних упродовж 2012–2016 рр. у різні сезонні фази існування річкових водотоків за різного стану їх рослинного покриву [4–8]. Польові, гідрологічні, ґрунтові та ботанічні обстеження здійснювали узагальнено як за басейнами, так і з використанням модельних ділянок плавнів уздовж всієї течії таких річок, як Тилігул, Кодима, Сасик, Березань, Чичикля, Бакшала, Південний Буг. Модельні ділянки сезонних і довготривалих обстежень охоплювали неоднорідні в екологічному плані ділянки плавнів та їх біотичних комплексів, залежних від різних екологічних чинників. Об'єкт дослідження — загально-екологічні та гідрологічні особливості різнотипових плавневих біотопів степових річок Північно-Західного Причорномор'я.

Результати власних польових, експедиційних та аналітичних досліджень постійно перевіряли за доступними інструктивними і літературними матеріалами з гідрології, геології та екології різнотипових плавневих екотопів Світу [9–13]. Особливе місце серед останніх займали матеріали національних та міжнародних природоохоронних установ щодо класифікаційних підходів до оцінки водно-болотних угідь та пов'язаних із ними плавневих екосистем [12–14].

Основними методами дослідження було обрано методи польових досліджень, системного узагальнення даних та метод порівняльного аналізу. Власні дослідження плавнів та їх рослинності базувалися на стандартних методиках геоботанічних досліджень [15].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Нині існує значна кількість класифікаційних схем водно-болотних угідь, побудованих з урахуванням місцевих особливостей генезису та функціонування вказаних ландшафтно-екологічних побудов. Тому ідентифікацію плавневих біотопів степових річок ми проводили згідно з найвідомішими міжнародними та вітчизняними класифікаціями гігроморфних геосистем (таблиця).

Відповідно до наведених даних, орієнтація на традиційну типологію водно-болотних угідь (англомовна література), закономірно, зводиться до визначення всіх плавнево-болотних угідь Дунайсько-Дністровсько-Дніпровських плавневих екосистем винятково як «маршів», із чітким домінуванням трав'янистої рослинності (очерету, рогозу, осок) [13]. Вірогідно, що до типових маршів можливо віднести і майже відсутні лиманно-приморські плавні, значні площі яких існували у таких лиманах, як Бузький, Березанський, Тилігульський, Куяльницький, Хаджибейський тощо. У цьому аспекті цілком зрозумілою є відповідність вказаних екотопів та дельтових плавнів Дунаю, Дністра та Дніпра ключовим ознакам солонуватоводних та прісноводних приморських маршів, площі яких постійно перебувають під впливом морських припливних і вітрово-нагінних вод. Однак русло-заплавні плавневі ділянки степових річок є суходільними прісноводними болотами, розташованими вздовж берегів річок, озер, на які не впливають морські припливи, тому вони належать до прісноводних суходільних маршів [6].

На відміну від загальної типологічної класифікації водно-болотних угідь світу, більш придатною для європейських річково-плавневих екосистем є схема, відоб-

Ідентифікація різнотипових плавневих біотопів степових річок Північно-Західного Причорномор'я у різних класифікаційних системах водно-болотних угідь

Типи класифікаційних схем водно-болотних угідь	Дельтові плавні Дунаю, Дністра, Дніпра	Долинні плавні степових річок
Традиційна термінологія типів боліт (англомовна література)	приморські марші (tidal marshes)	суходільні марші – Non-tidal Marshes
Рамсарська система класифікації водно-болотних угідь (1971)	Літоральні марші (припливно-відпливні солонуватоводні та прісноводні)	Суходільні (або континентальні) прісноводні марші (постійні, сезонні/ перехідні)
Класифікація водно-болотних угідь та глибоководних ділянок США (Cowardin and others, 1979)	Естуарні (estuarine), річкові (riverine) та болотні (palustrine)	Річкові (riverine) та болотні (palustrine)
Класифікація спільнот CORINE (1980)	Морські солоні марші, припливно-відпливні ділянки	Суходільні (або континентальні) марші
Бернська класифікація типів природних середовищ (Конвенція про охорону природної флори й фауни та природних середовищ існування у Європі (1979))	Естуарні складні приморські рівнини, припливно-відпливні ділянки	Заплавні прісноводні марші на краях водойм
Класифікація боліт (Кац, 1941)	Водойми, що заростають	
Класифікація боліт (Доктуровський, 1922)	Мінеральні болота	
Геоморфологічна класифікація (Зеров, 1938)	Заплавні болота	
«Динамічна» класифікація морських (приморських) водно-болотних угідь, (Вихованець, Борисович, 2010)	Сильнодинамічні (Дунай) та середньодинамічні (Дністер, Дніпро)	–

ражена у «Класифікації водно-болотних угідь та глибоководних ділянок США» (Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States, Cowardin and others, 1979) [9]. Класифікація враховує тип ландшафту, клімат, гідрологічний режим, комплекс геоморфологічних і геохімічних чинників місцевості, які є визначальними щодо специфіки різнотипових плавнів. Згідно із цією класифікацією, гіроморфні геосистеми Світу поділяються на п'ять типів: морські, естуарні, річкові, озерні та болотні. Відтак, найбільші плав-

неві масиви степових річок Північно-Західного Причорномор'я можна віднести до двох типів: річкові (постійно затоплені ділянки, вкриті водною рослинністю) та болотні (ділянки сезонного затоплення, заселені болотними та лучними фітоугрупованнями). До перших, закономірно, віднесено плавні гирлових та дельтових ділянок річок, до других — плавневі екотопи верхів'я та середніх ділянок течії малих та середніх річок.

Близькою до міжнародної системи класифікації маршів за типологічною струк-

турою та базовими ідентифікаційними ознаками є «Рамсарська система класифікації водно-болотних угідь» (1971), одна із найвідоміших [14], розроблена на основі «Конвенції водно-болотних угідь міжнародного значення». За цією системою плавні дельтових зон Дунайсько-Дніпровського межиріччя слід віднести до групи солонуватоводних і прісноводних маршів. Близькими до них є також і плавні гирлових і передгирлових зон малих степових річок, що впадають у море або в солоні лимани (Сарата, Барабой, Куяльник, Тилігул, Березань). Розташовані вище за течією плавні цих річок, а також плавні річок Чичиклія і Бакшала є варіантами угідь суто заплавної типу, що явно тяжіють до групи суходільних сезонних/пересихаючих прісноводних маршів на мінеральних ґрунтах.

Європейськими спільнотами (CORINE) у 80-х роках минулого століття була розроблена класифікація біотопів земельного покриву (The CORINE Land Cover (CLC) Classification system), ієрархія якої базувалася на чітких фітосоціологічних елементах [10]. У цій класифікації відведено місце і водно-болотним угіддям, серед яких плавні дельтових зон Дунайсько-Дніпровського межиріччя доцільно віднести до морських припливно-відпливних боліт, плавневі біотопи пересипу Тилігульського лиману та прибережну зону озера Солонець-Тузли — до солончакових болотяних ділянок, а долинні плавневі біотопи малих та середніх річок степової зони до суходільних маршів.

Радянськими болотознавцями (М.Я. Кац, Д.К. Зеров, Г.Ф. Бачурина, Є.М. Брадіс, В.С. Доктуровський) було розроблено кілька класифікацій боліт, критерієм розподілу яких, в основному, був рівень торфозабезпеченості ґрунту. Згідно із запропонованими схемами, плавні річок Північно-Західного Причорномор'я відповідають класу заболочених мінеральних боліт, утворених на місці водойм, що заростають, з відсутністю добре вираженого торфяного шару [16–19]. Адаже через інтенсивну алювіальну діяльність русла та прискорений процес мінералізації органічних решток

в умовах степової зони в плавнях процес торфонакопичення гальмується [16]. За геоморфологічними характеристиками території (Зеров, 1938) плавневі біотопи доцільно віднести до заплавної долини, що розвиваються в заплавної частині долини — від русла до уступу першої надзаплавної тераси.

Більшість українських науковців типологічно плавневі екотопи відносять до групи гирлових боліт [1, 20, 21]. Однак таке твердження абсолютно не відповідає руслово-заплавному плавневим екотопам степових річок (як і всіх річок Північного Причорномор'я), що можуть виникати вздовж всієї течії водотоку. Їх головною особливістю є значно нестабільний гідрологічний режим, що фактично усуває зі складу плавневих фітоценозів більшість амфіфітних компонентів з переважанням водно-болотних та болотно-лучних видів широкої екологічної амплітуди. Наступною, не менш істотною їх особливістю є «синтетичний» характер значно пластичних фітогрупвань, що сформувались в умовах різких сезонних змін режиму зволоженості, щільності та солоності ґрунту, до того ж — на фоні потужного пасовищного навантаження [5].

Вказана специфіка умов існування прибережних боліт доволі детально була опрацьована в так званій «динамічній» класифікації морських (приморських) водно-болотних угідь, запропонованій Г.В. Вихованцем та Т.Д. Борисевичем [20]. Вчені досліджували біотопи приморського типу, розташовані на узбережжі Чорного та Азовського морів. Детально розрізняючи за ознакою динамічності середовища — сильнодинамічні, середньодинамічні та слабкодинамічні типи угідь, ця класифікаційна схема уможливує ідентифікацію навіть локальних ділянок. Очевидно, що у цьому аспекті дельтові плавні Дунаю можливо визначити як сильнодинамічні, а Дністра і Дніпра — середньодинамічні, для яких, загалом, характерна динамічність субстрату, що забезпечена згінно-нагінними коливаннями рівня води, широкого спектра хвиль та хвильових течій. На жаль, і ця класифікаційна схема не придатна для типізації

руслово-заплавних плавневих екоотопів степових річок.

ВИСНОВКИ

У системі існуючих класифікацій водно-болотних угідь дельтові плавні Дунайсько-Дніпровського межиріччя, а також гирлові і передгирлові зони малих степових річок, які впадають у море або в солоні лимани, ідентифікуються як гирлові приморські припливно-відпливні солонуватоводні та прісноводні марші — сильнодинамічні (Дунай) та середньодинамічні

(Дністер, Дніпро) на мінеральних ґрунтах, з відсутністю у рослинному покриві моху.

Вище за течією плавні цих самих річок та малих степових водотоків ідентифікуються як угіддя суто заплавного типу, що тяжіють до групи суходільних заболочених сезонних/пересихаючих прісноводних маршів, річкових та болотних на мінеральних ґрунтах з відсутністю торфу та домінуванням у рослинному покриві водно-болотних та болотно-лучних видів широкої екологічної амплітуди.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Дубына Д.В.* Плавні Причорномор'я / Д.В. Дубына, Ю.Р. Шеляг-Сосонко. — К.: Наук. думка, 1989. — 272 с.
2. *Климентов Л.В.* О содержании понятия «плавни» и их народно-хозяйственном значении / Л.В. Климентов // Развитие новых исследований природных ресурсов: Сб. научн. трудов; отв. ред. С.Т. Белозоров. — Одесса: Облиздат, 1963. — С. 22–25.
3. Биота и ее роль в структуре и функционировании ландшафта [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://landscape10.narod.ru/Biota-i-ee-rolj-v-strukture-i-funkcionirovanii-mts.html>
4. *Мазур І.О.* Екологічна оцінка стану фітоценозів плавнів р. Південний Буг (на прикладі плавнів на околиці м. Вознесенська) / І.О. Мазур // Водні ресурси Миколаєва як потенціал розвитку міста: VIII Миколаївські міські екологічні читання «Збережемо для нащадків» (Миколаїв, 12–13 листопада 2015 р.) — Миколаїв, 2015. — С. 51–53.
5. *Мазур І.О.* Пасквальні зміни рослинності плавнів р. Чичикля / І.О. Мазур // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки (Харків, 4 грудня 2015 р.)» — Х., 2015. — С. 229–230.
6. *Мазур І.О.* Плавні степових річок Північно-Західного Причорномор'я та їх відповідність класифікаційному поняттю «марші» / І.О. Мазур // Актуальні проблеми в сферах науки та шляхи їх вирішення: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. (Одеса, 19–20 лютого 2016 р.) — Одеса, 2016. — № 3. — С. 3–5.
7. *Мазур І.О.* Фітогрупування плавневих екосистем межиріччя Тилігулу — Південного Бугу / І.О. Мазур // Стан та перспективи розвитку заповідної справи та екологічного туризму в Україні: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Миколаїв, 21–22 березня 2013 р.) — Миколаїв: Дизайн та Поліграфія, 2013. — С. 144–146.
8. *Мазур І.О.* Фітоценотична характеристика плавневих біотопів в сучасних еколого-гідрологічних умовах заплави Тилігулу (нижня течія) / І.О. Мазур // Розвиток науки в XXI ст.: матеріали XI Міжнародної заочної наук.-практ. конф. (Харків, 14 березня 2016 р.). — Ч. 1. — Х.: науково-інформаційний центр «Знання», 2016. — С. 34–37.
9. Classification of wetlands and deepwater habitats in the United States [Електронний ресурс] / L.M. Cowardin, V. Carter, F.C. Golet and E.T. La Roe // Wetlands Subcommittee, Federal Geographic Data Committee and U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC. — 2013. — Режим доступу: <https://www.fgdc.gov/standards/projects/FGDC-standards-projects/wetlands/nvcs-2013>
10. Land Cover Classification for Land Cover Accounting / Jean-Louis Weber. — Canberra: European Environment Agency, 2009. — 19 p.
11. Keddy P.A. Wetland Ecology: Principles and Conservation : second edition / Paul A. Keddy. — New York: Cambridge University Press, 2010. — 514 p.
12. *Max Finlayson C.* Classification and inventory of the world's wetlands / C. Max Finlayson, A.G. van der Valk. — Boston : Kluwer Academic Publishers, 1995. — 192 p.
13. Wetlands Classification and Types [Електронний ресурс] / United States Environmental Protection Agency (USEPA). — Режим доступу: <http://www.epa.gov/wetlands/wetlands-classification-and-types#marshes>
14. Руководство по Рамсарской конвенции: Справочник по осуществлению Конвенции о водно-болотных угодьях (Рамсар, Иран, 1971 г.). — 4-е изд. — Швейцария: Гланд, Секретариат Рамсарской конвенции, 2006. — 146 с.
15. Оцінка стану напівприродних фітоценозів агроландшафтів України. Методичні рекомендації / О.В. Шерстобоева, Є.Д. Ткач, В.І. Стародуб та ін. — К. 2012. — 24 с.
16. *Брадис Є.М.* Болота УРСР / Є.М. Брадис, Г.Ф. Бачурина. — К.: Наук. думка, 1969. — 240 с.
17. Доктуровский В.С. Болота и торфяники, развитие и строение их / В.С. Доктуровский. — М.: Мосполиграф, 1922. — 225 с.
18. *Зеров Д.К.* Болота УРСР, рослинність і стратиграфія / Д.К. Зеров. — К.: АН УРСР, 1938. — 164 с.
19. *Кац Н.Я.* Болота и торфяники / Н.Я. Кац. — М.: УЧПЕДГИЗ, 1941. — 403 с.

20. *Выхованец Г.В.* К вопросу о классификации водно-болотных угодий на побережье Черного и Азовского морей [Электронный ресурс] / Г.В. Выхованец, Т.Д. Борисевич // Электронный архив-репозиторий Одесского национального университета имени И.И. Мечникова. — 2010. — Режим доступа: <http://readera.org/article/k-voprosu-o->

[klassyfyekatsyeye-vodno-bolotnykh-10117645.html](http://readera.org/article/k-voprosu-o-klassyfyekatsyeye-vodno-bolotnykh-10117645.html)

21. *Фролова Н.В.* Поняття водно-болотних угідь та їх класифікація / Н.В. Фролова // Актуальні проблеми держави та права: зб. наук. праць. — Вип. 52. — Одеса: Юридична література, 2010. — С. 227–234.

REFERENCES

- Dubyna D.V., Shelyag-Sosonko Yu.R. (1989). *Plavni Prichernomor'ya* [Plavni Black Sea]. Kiev: Naukova dumka Publ., 272 p. (in Russian).
- Klimentov L.V., Belozorov S.T. (1963). *O sodержanii ponyatiya «plavni» i ikh narodno-khozyaystvennom znachenii* [The content of the concept of «smooth» and their national economic significance]. *Razvitie novykh issledovaniy prirodnnykh resursov* [Development of new studies of natural resources]. Odessa: Oblizdat Publ., pp. 22–25 (in Russian).
- Biota i ee rol v strukture i funktsionirovanii landshafta* [Biota and its role in the structure and functioning of the landscape]. [Electronic resource] available at: <http://landscape10.narod.ru/Biota-i-ee-rolj-v-strukture-i-funktsionirovanii-mts.html> (in Russian).
- Mazur I.O. (2015). *Ekolohichna otsinka stanu fitosenoziv plavniv r. Pivdennyi Buh (na prykladni plavniv na okolytsi m. Voznesenska)* [Environmental assessment of wetlands, the plant communities. Southern Bug (for example wetlands around the city. Ascension)]. *Vodni resursy Mykolaieva yak potentsial rozvytku mista. VIII Mykolaivski miski ekolohichni chytannia* [Proceeding of Water Nikolayev as potential development. Nicholas Urban VIII ecological reading]. Mykolaiv, pp. 51–53 (in Ukrainian).
- Mazur I.O. (2015). *Paskvalni zminy roslynnosti plavniv r. Chychykliia* [Paskvalni changes, the vegetation wetlands. Chychykliya]. *Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Prykladni aspekty tekhnogenno-ekolohichnoi bezpeky* [Proceedings of the international scientific conference «Applied aspects of technogenic and ecological safety»]. Kharkiv, pp. 229–230 (in Ukrainian).
- Mazur I.O. (2016). *Plavni stepovykh richok Pivnichno-Zakhidnoho Prychornomor'ia ta yikh vidpovidnist klasyfikatsionomu poniattiu «marshi»* [Prairie flowing rivers of Northwest Black Sea and their compliance with the classification concept «march»]. *Aktualni problemy v sferakh nauky ta shliakhy yikh vyrishennia: Materialy III mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* [Proceedings of the III international scientific conference «Current problems in the fields of science and Solutions»], Odessa, No. 3, pp. 3–5 (in Ukrainian).
- Mazur I.O. (2013). *Fitouhrupovannia plavnevykh ekosystem mezhyrichchia Tylihulu – Pivdennoho Buhu* [Fitouhrupovannia wetlands ecosystems watershed Tiligul - Southern Bug] *Stan ta perspektyvy rozvytku zapovidnoi spravy ta ekolohichnoho turyzmu v Ukraini. Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii* [Proceedings of the All-Ukrainian scientific-practical conference «Status and Prospects of Reserves and ecological tourism in Ukraine»] Mykolaiv: Dyzain ta Polihrafiia Publ., pp. 144–146 (in Ukrainian).
- Mazur I.O. (2016). *Fitosenotychna kharakterystyka plavnevykh biotopiv v suchasnykh ekoloho-hidrolo-hichnykh umovakh zaplavy Tylihulu (nyzhnia techiia)* [Phytocoenotic wetlands habitat characteristics in modern ecological and hydrological conditions, floodplains Tiligul (lower current)]. *Razvytok nauky v XXI stolitti: materialy XI mizhnarodnoi zaochnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, 1 chastyna* [Proceedings of the XI International correspondence scientific conference «Razvytok science in the XXI century», Part 1]. Naukovo-informatsiyni tsentr «Znannia» Publ., pp. 34–37 (in Ukrainian).
- Cowardin, L.M., Carter, V., Golet, F.C. and La Roe, E.T. (2013). Classification of wetlands and deep-water habitats in the United States [Electronic resource]: Wetlands Subcommittee, Federal Geographic Data Committee and U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC. Available at: <https://www.fgdc.gov/standards/projects/FGDC-standards-projects/wetlands/nvcs-2013> (in English).
- Jean-Louis Weber (2009). Land Cover Classification for Land Cover Accounting, European Environment Agency, Canberra, 19 p. (in English).
- Keddy P.A. (2010). *Wetland Ecology: Principles and Conservation*, Cambridge University Press, pp. 4–13 (in English).
- Max Finlayson C., A.G. van der Valk (1995). Classification and inventory of the world's wetlands, Boston: Kluwer Academic Publishers, 192 p. (in English).
- Wetlands Classification and Types [Electronic resource]: United States Environmental Protection Agency (USEPA). Available at: <http://www.epa.gov/wetlands/wetlands-classification-and-types#marshes> (in English).
- Rukovodstvo po Ramsarskoy konvetsii: Spravochnik po osushchestvleniyu Konvetsii o vodno-bolotnykh ugodyakh (Ramsar, Iran, 1971 g.), 4-e izdanie* [Guidelines for the Ramsar Convention: A Guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971), 4th edition.]. Shveysariya: Gland, Sekretariat Ramsarskoy konvetsii Publ., 2006 g., 146 p. (in Russian).
- Sherstoboeva O.V., Tkach Ye.D., Starodub V.I., Dovhyh K.I., Shavrina V.I., Bohoslovska M.S. (2012). *Otsinka stanu napivpryrodnnykh fitosenoziv ahrolandshaftiv Ukrainy. Metodichni rekomenda-*

- tsii* [Assessment of semi-natural plant communities agrolandscapes Ukraine. Guidelines] Kyiv: NAAN Ukrainy, Instytut ahroekolohii i pryrodokorystuvannya Publ., 24 p. (in Ukrainian).
16. Bradis Ye. M., Bachuryna H.F. (1969). *Bolota URSS* [Marshes USSR]. Kyiv: Naukova dumka Publ., 240 p. (in Ukrainian).
 17. Dokurovskiy V.S. (1922). *Bolota i torfyaniiki, razvitiie i stroenie ikh* [Marshes and peat bogs, development and structure of their]. Moskva: Mospoligrاف Publ., 225 p. (in Russian).
 18. Zerov D.K. (1938). *Bolota URSS, roslynnist i stratyhrafiiia* [Swamps USSR, vegetation and stratigraphy]. Kyiv: AN URSS Publ., 164 p. (in Ukrainian).
 19. Kats N.Ya. (1941). *Bolota i torfyaniiki* [Marshes and peat bogs]. Moskva: UChPyeDGIZ Publ., 403 p. (in Russian).
 20. Vykhoanets G.V., Borisevich T.D. (2010). *K voprosu o klassifikatsii vodno-bolotnykh ugodiy na poberezhe Chernogo i Azovskogo morey* [On the classification of wetlands along the Black and Azov Seas]. [Electronic resource]: *Elektronnyy arkhiv-repozitariy Odesskogo natsionalnogo universiteta imeni I. I. Mechnikova* [Electronic archive repository of Odessa National University named after I.I. Mechnikova] available at: <http://readera.org/article/k-voprosu-o-klassyefyekatsyeye-vodno-bolotnykh-10117645.html> (in Russian).
 21. Frolova N.V. (2010). *Poniattia vodno-bolotnykh uhid ta yikh klasyfikatsiia* [The concept of wetlands and their classification]. *Aktualni problemy derzhavy ta prava* [Actual problems of state and law]. Iss. 52, Odesa: Yurydychna literature Publ., pp. 227–234 (in Ukrainian).

УДК 632. 4. 633. 16.

СТІЙКІСТЬ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ДО ЗБУДНИКА ЛЕТЮЧОЇ САЖКИ (*USTILAGO NUDA* KELL. ET SWING)*

Ал-Ясірі Хусам Моханад

Наведено результати досліджень поширення та розвитку летючої сажки на сортах ячменю ярого в умовах природного інфекційного фону. Найбільш ураженим виявився сорт ячменю Себастьян. Сорти Водограй та Еней проявили високу стійкість проти летючої сажки. Відповідно, ці сорти характеризувалися якісними показниками структури врожаю. Максимальне ураження летючою сажкою мав сорт Себастьян. За ураження на рівні 3,31% сорт Себастьян за структурними показниками значно поступався сортам Водограй та Еней.

Ключові слова: ячмінь, сорти, летюча сажка, стійкість, теліоспори.

До найпоширенішої сільськогосподарської культури в Україні відноситься ячмінь ярий, основною перевагою якого є короткий вегетаційний період, зручність догляду за ним та збір урожаю.

Крім того, пристосованість культури до різних земельно-кліматичних умов дає змогу його вирощування в районах з обмеженими можливостями для інших культур.

Продукція ячменю використовується в різних галузях харчової, технічної і кормової промисловості.

* Науковий керівник — д-р с.-г. наук, професор О.Ф. Антоненко.

Виробництво високоякісної сировини ячменю ярого залежить від багатьох чинників, насамперед від добору і впровадження у виробництво стійких до хвороби високоврожайних сортів, вдосконалення заходів з агротехніки і організації захисту рослин від шкідливих організмів. Серед різновидності всіх чинників, найпроблематичнішим вважається організація заходів із захисту від шкідливих організмів. Особливу увагу необхідно звернути на поширеність різновидів плямистості листків, а також сажкових хвороб ячменю ярого. Із сажкових хвороб розрізняють — летючу, тверду (кам'яну) і чорну. Летюча сажка трапляється майже у всіх районах вирощування культури.

Проявляється хвороба у період колосіння. На уражених рослинах всі частини колоса, крім стержня, перетворюються в оливково-коричневу масу теліоспор. Під час виходу із піхви листка уражений колос спочатку має тонке прозоре прикриття плівкою, через яку добре помітна спорова маса. Потім плівка швидко розтріскується, і спори розпилюються довкола. Збудник хвороби — базидіальний гриб *Ustilago nuda* Kell. et Swing. Його теліоспори мають шароподібну або еліптичну форму діаметром 3,6–9 мкм, світло-коричневого кольору оболонку, вкрити шипами. Рослини уражуються під час цвітіння. Теліоспори потрапляють на приймочку квітів, проростають і утворюють грибницю, яка проникає у зав'язь. Уражене зерно зовні не відрізняється від здорового. У процесі проростання зерна починає рости і грибниця. Вона проникає в точку росту і поступово поширюється всією рослиною. А під час формування колосу грибниця посилено розростається, перетворюючи його в спорову масу. Спорова маса утворюється внаслідок розпадання грибниці на шароподібні шматочки. На сьогодні ідентифіковано вісім фізіологічних рас *U. nuda* з різною вірулентністю до сортів ячменю.

Шкідливість летючої сажки є значною. Крім недобору врожаю, можливі і приховані втрати внаслідок того, що в ураженому колосі утворюється менше зерен, і частина уражених рослин гине ще в період сходів.

Тому впровадження у виробництво рекомендованих, стійких до хвороб сортів надасть змогу значно підвищити врожайність і покращити якість продукції.

Мета досліджень — оцінка найпоширеніших сортів ячменю ярого на стійкість проти летючої сажки і її вплив на показники структури врожаю культури.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові дослідження проводили впродовж 2012–2014 рр. на полях кафедри фітопатології ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція». Ячмінь ярий сіяли селекційною сівалкою «Кльон». Площа досліджуваної ділянки — 25 м². Повтор-

ність — чотириразова. У дослідженнях було використано шість сортів ячменю ярого. Насіння — супереліта, норма висіву — 3 млн шт./га. Оцінку на стійкість до летючої сажки проводили у фазі колосіння з розрахунку кількості уражених колосків на 1 м² облікової ділянки. Перед збором урожаю визначали продуктивність елементів структури сортів ячменю ярого.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Впровадження сортів інтенсивного типу залежить від рівня стійкості до хвороб, у т.ч. летючої сажки. Хвороба може спричинити як прямі, так і приховані втрати врожаю. Особливо негативно летюча сажка впливає на елементи структури, а також, на процес формування врожаю загалом. У таблиці наведено оцінку стійкості сортів ячменю ярого до летючої сажки і аналіз структурних елементів урожайності культури.

Істотний вплив на елементи структури врожаю було зафіксовано за сортами з різною стійкістю до летючої сажки. Максимальну ураженість (3,31%) мав сорт ячменю ярого Себастьян. Відповідно, це негативно вплинуло на основні показники структури врожаю. Порівнюючи зі стійким до хвороби сортом Водограй, сорт Себастьян мав продуктивних стебел менше на 65 шт., маса 1000 зерен була нижчою на 11,74 г, нижчими були і показники за кількістю колосків і зерен у колосі. Загалом, вказаний сорт поступався за врожаєм зерна Водограю на 0,63 т/га. Виняткову увагу також необхідно приділити особливостям сорту, а також прихованим втратам обсягів урожаю та його якості від хвороби. У сортів ячменю ярого Еней, Фенікс, Корона з підвищеною відносною стійкістю до летючої сажки були виявлені і відносні показники елементів структури та врожаю. За кількістю продуктивних стебел вони поступалися Водограю відповідно — на 20, 40, 44 шт.; масою 1000 зерен — на 3,21, 6,81, 6,19 г; врожайністю насіння — на 0,18, 0,37, 0,39 т/га. Ще більші втрати були зафіксовані за сортом ячменю ярого Княжич. За високої відносної стійкості до летючої сажки цей сорт

Стійкість сортів ячменю ярого в умовах природного інфекційного фону летючої сажки та їх продуктивність

Сорт	Ураженість, %	Кількість, штук			Маса 1000 зерен, г	Можлива врожайність зерна, т/га
		продуктивних стебел на 1 м ²	колосків у колосі	зерен у колосі		
Княжич	0,01	266	21	21	51,43	2,76
Водограй	0	300	21	21	57,34	3,08
Корона	0,82	256	22	22	50,15	2,69
Фенікс	0,35	260	22	22	50,53	2,71
Еней	0	280	21	21	54,13	2,90
Себастьян	3,31	235	19	20	45,6	2,45

поступався Водограю щодо продуктивності на 34 шт., маси 1000 зерен — на 6,11 г, врожайності зерна — на 0,32 т/га.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень було виявлено чіткий прояв явних і прихованих втрат сортів ячменю ярого від летючої сажки. Сорти Водограй та Еней не були уражені летючою сажкою, натомість сорт Себастьян мав максимальне ураження цією хворобою. За ураження на 3,31% сорт Себастьян за структурними показниками значно посту-

пався сортам Водограй і Еней, а саме: за кількістю продуктивних стебел — на 65 і 45 шт.; масою 1000 зерен — на 11,74 і 8,53 г; за врожайністю насіння — на 0,53 і 0,45 т/га. Сорти ячменю ярого Княжич, Фенікс і Корона, за винятком Водограю і Енею, в яких відсутні прямі і приховані втрати від летючої сажки, мали гірші показники ознак продуктивності і врожайності. Сорт ячменю ярого Водограй проявив високу стійкість до летючої сажки, витривалість до явних і прихованих втрат, і тому може бути рекомендованим виробництву.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алімов Д.М. Технологія виробництва продукції рослинництва: Підручник / Д.М. Алімов, Ю.В. Шелестов. — 1995. — 344 с.
2. Гулий В.В. Справочник по защите растений для фермеров / В.В. Гулий, Н.Г. Памужак. — К.: Universitas; М.: Росагросервис, 1992. — 464 с.
3. Казидуб Г.О. Основи сільськогосподарських знань / Г.О. Казидуб, О.І. Єрина. — К.: Вища школа, 1987. — 272 с.
4. Кеферов К.Н. Биологические основы растениеводства / К.Н. Кеферов. — М.: Высшая школа, 1982. — 430 с.
5. Растениеводство / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов и др.; Под ред. П.П. Вавилова. — М.: Агропромиздат, 1986. — 512 с.
6. Наукові основи ведення зернового господарства / В.Ф. Сайко, М.Г. Лобас, І.В. Яшовський та ін. — К.: Урожай, 1994. — 336 с.
7. Ярошенко Й.В. Краткий курс иммунитета растений к инфекционным заболеваниям / Й.В. Ярошенко. — Х.: Высшая школа, 1980. — 464 с.

REFERENCES

1. Alimov D.M., Shelestov Yu.V. (1995). *Tekhnolohiia vyrobnytstva produktii roslinnytstva: Pidruchnyk* [The technology of crop production: Handbook]. 344 p. (in Ukrainian).
2. Guliy V.V., Pamuzhak N.G. (1992). *Spravochnik po zashchite rasteniy dlya fermerov* [Handbook of plant protection for farmers]. Kiev: Universitas Publ., Moskva: Rosagroservis Publ., 464 p. (in Russian).
3. Kazydub H.O., Yerina O.I. (1987). *Osnovy silskohospodarskykh znan* [Bases agricultural knowledge]. Kyiv: Vyshcha shkola Publ., 272 p. (in Ukrainian).
4. Keferov K.N. (1982). *Biologicheskie osnovy rastenievodstva* [Biological principles of crop production]. Moskva: Vysshaya shkola Publ., 430 p. (in Russian).
5. Vavilov P.P., Gritsenko V.V., Kuznetsov V.S. (1986). *Rastenievodstvo* [Crop]. Moskva: Agropromizdat Publ., 512 p. (in Russian).
6. Saiko V.F., Lobas M.H., Yashovskiy I.V. (1994). *Naukovi osnovy vedennia zernovoho hospodarstva* [Scientific fundamentals of grain production]. Kyiv: Urozhai Publ., 336 p. (in Ukrainian).
7. Yaroshenko Y.V. (1980). *Kratkiy kurs immuniteta rasteniy k infektsionnym zabolevaniyam* [A short course of plant immunity to infectious diseases]. Kharkov: Vysshaya shkola Publ., 464 p. (in Russian).

ІННОВАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЕКОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ В АГРАРНІЙ НАУКОВІЙ СФЕРІ

Г.П. Задорожня, Т.К. Кваша, О.Ф. Паладченко

Український інститут науково-технічної і економічної інформації

Здійснено оцінювання інноваційного потенціалу 11 напрямів агроекологічної сфери та формування проекту переліку нових інноваційних пріоритетів указанного профілю на 2017–2021 рр. Напрями вибрано із 53 пріоритетів інноваційної діяльності, які були визначені у 2012 р. Постановою Кабінету Міністрів України № 294 щодо сільського господарства та екології. Розроблена методика оцінювання інноваційного потенціалу налічує три складові — фінансову (затребування напрямів), технологічну (мірило технологічного забезпечення) та наукову (наукова забезпеченість напрямів). Для оцінювання фінансової та технологічної складових проаналізовано результати моніторингу реалізації вказаних пріоритетів, а наукової — на основі аналізу 2756 дисертацій за галузями «Сільське господарство» та «Екологія» і розподілу їх за 11 напрямками агро-екологічної сфери. За результатами дослідження визначено агроекологічні напрями, які мають найвищий інноваційний потенціал, а саме: щодо технологій адаптивного ґрунтоохоронного землеробства, виробництва, збереження і переробки високоякісної продукції рослинництва, біотехнологій у рослинництві, тваринництві та ветеринарії, також водозабезпечення, водокористування та водовідведення.

Ключові слова: *інновації, потенціал, аграрна наука, агроекологічна сфера, пріоритети, створення технологій, біотехнологія, рослинництво, тваринництво, дисертації, фінансування пріоритетів, технологічне оновлення.*

Сучасний стан агропромислового комплексу країн світу та України зокрема є доволі унікальним, оскільки значно зросла інтенсивність і змінилася сама суть впливу людини на навколишнє природне середовище. Унаслідок антропогенного тиску посилюється деградація ґрунтів — основи життя, зменшуються обсяги води, лісів, чисельність флори і фауни, відбуваються зміни клімату.

Глобальною є проблема відходів, особливо у сільському господарстві. На сьогодні лише країнами Європейського співтовариства утворюється близько 500 млн т відходів сільського господарства на рік, в Україні — 109, з яких тільки 60 млн т використовуються для подальшої переробки.

Завдання технологічного оновлення та розвитку агропромислового комплексу, широкого застосування технологій охоро-

ни навколишнього природного середовища зводяться до 17 цілей стійкого розвитку ООН, серед яких: впровадження стійких методів ведення сільського господарства, охорона, відновлення екосистем суші і сприяння їх раціональному використанню, блокування процесів деградації земель та втрати біологічного різноманіття, вжиття заходів з їх відновлення, а також фінансове забезпечення вказаних завдань [1]. З огляду на це, питання активізації інноваційної діяльності в агроекологічній сфері шляхом концентрації ресурсів держави на відповідних пріоритетних напрямках, визначення таких напрямів та оцінювання їхнього потенціалу є надзвичайно актуальним як в науковому, так і практичному аспектах.

Останніми роками багато вчених (О. Іващенко, В. Зацерковний, О. Голубова, І. Яцук, О. Демидов, О. Портухай, М. Хвесик та ін.) присвятили свої роботи різним агроекологічним проблемам земельних ре-

сурсів та сільськогосподарських культур. Зокрема, Л. Шедей, О. Дудар, Ю. Бабаєв та інші підкреслюють необхідність переходу до ведення органічного сільського господарства.

Питанню визначення пріоритетних напрямів наукових досліджень агроекологічної сфери на основі експертних оцінок та аналізу 116 авторефератів захищених дисертацій за напрямом 03.00.16 екологія і 1109 фахових статей присвятив свою роботу О. Фурдичко [2]. Концептуальні засади агроекологічного розвитку обґрунтував Г. Погрішук [3], у його роботі визначено завдання і пріоритетні напрями із забезпечення ефективного функціонування національного господарського комплексу та його агро- і екоскладової на інноваційній основі; ним запропоновано черговість розв'язання завдань щодо вдосконалення інституціональної інфраструктури агроекологічного розвитку в системі національного господарства: всебічне врахування екологічних чинників, раціональне використання й охорона природних ресурсів, дотримання вимог екологічної безпеки в процесі здійснення господарської діяльності.

Мета роботи — провести оцінювання існуючого інноваційного потенціалу напрямів агроекологічної сфери на основі моніторингу реалізації пріоритетів інноваційної діяльності за даними головних розпорядників бюджетних коштів та аналізу 2756 дисертацій у галузях наук «Сільське господарство» та «Екологія» і формування на основі отриманої оцінки переліку нових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності в Україні.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріалами для проведення досліджень інноваційного потенціалу агроекологічної сфери є: 1) результати моніторингу середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності загальнодержавного та галузевого рівнів (на виконання затверджених у 2012 р. Постанов Кабінету Міністрів України (КМУ) № 294 та 397 і 2) масив захищених у 2000–2013 рр. дисертаційних робіт за напрямками «Сільсько-

господарські науки», «Біологічні науки» (у т.ч. «Екологія») згідно з «Переліком наукових спеціальностей, за якими проводиться захист дисертацій на здобуття наукових ступенів кандидата наук і доктора наук» [4], на основі даних автоматизованого інформаційного фонду НДДКР і захищених дисертацій, розташованого в Українському інституті науково-технічної і економічної інформації (УкрІНТЕІ).

Методика досліджень складається з двох частин: 1) Інноваційний потенціал пріоритетних напрямів — фінансова, наукова, технологічна складові; 2) Фінансова та технологічна складові інноваційного потенціалу — на основі результатів двох вищевказаних моніторингових за 2012–2014 рр. щодо реалізації пріоритетних напрямів інноваційної діяльності. УкрІНТЕІ були розроблені методики проведення цих моніторингових, перша — затверджена наказом Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 11.01.2012 р. № 10, друга — розміщена на сайті Міністерства освіти і науки України.

Відповідно до цих методик, розпорядники бюджетних коштів надають відомості про основні результати реалізації середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності — обсягів бюджетного фінансування інноваційних пріоритетів, кількості створених за ці кошти і кількості переданих технологій, у т.ч. промисловим підприємствам.

Згідно із Бюджетним кодексом України, зароблені бюджетними науковими установами, ВНЗ кошти за виконання робіт інноваційного спрямування на замовлення вітчизняних або іноземних підприємств (організацій) зараховуються на рахунок спеціального фонду Державного бюджету і вважаються бюджетними. Тому розподіл обсягів фінансування з рахунку спеціального фонду свідчить про відповідність/невідповідність визначених пріоритетів потребам певного сектора.

Як відомо, впровадження нових технологій створює умови для попиту на інновації і сприяє економічному росту та підвищенню рівня життя населення. Тому

відомості про кількість створених і переданих нових технологій за пріоритетними напрямками інноваційної діяльності використовуються як мірило технологічної складової інноваційного потенціалу.

Науковий потенціал визначається на основі аналізу захищених дисертацій. Для цього дисертації галузей «Сільськогосподарські науки», «Біологічні науки» було розподілено за середньостроковими пріоритетними напрямками інноваційної діяльності загальнодержавного рівня. Для розподілу дисертацій розроблено та ведеться апробація методичних підходів до віднесення захищених дисертацій за пріоритетними напрямками.

Відповідно до проекту методичних рекомендацій, розподіл дисертацій здійснювався у такій послідовності:

1. Відбір спеціальностей, затверджених наказом Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 14.09.2011 р. № 1057 «Про затвердження Переліку наукових спеціальностей» відповідно до затверджених середньострокових пріоритетів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня стратегічного пріоритету.

2. Відбір рубрик згідно із рубрикаторм науково-технічної інформації ДК 022:2008 [5] та відповідно до затверджених середньострокових пріоритетів інноваційної діяльності загальнодержавного рівня.

3. Відбір захищених дисертацій з автоматизованого інформаційного фонду НДДКР за період 2000–2013 рр. за двома вищевказаними групами, із наведенням: УДК; рубрики; номера дисертації; коду спеціальності; прізвища, ім'я, по батькові автора; анотації; ключових слів; року захисту та наукового ступеня дисертації — кандидатська чи докторська.

4. Вилучення дисертацій, які повторюються внаслідок потрапляння в обидві групи (п. 1 та п. 2) за номером дисертації.

5. Розподіл дисертацій за середньостроковими пріоритетами загальнодержавного рівня за спеціальностями та, окремо, за рубриками, що точно відповідають середньостроковим пріоритетам.

6. Частина дисертацій, що не відповідають умовам п. 5, розподіляється за середньостроковими пріоритетами загальнодержавного рівня за ключовими словами з використанням функцій лінгвістичного аналізу операційної системи Windows. Для цього були розроблені запити, за допомогою яких проаналізовано назви, ключові слова та анотації дисертацій. Ці запити містять набір слів, словосполучень та правил їх застосування.

7. У разі неможливості визначити відповідність дисертації середньостроковим пріоритетам загальнодержавного рівня, автореферати дисертацій аналізували окремо.

Зауважимо, що уніфікованого визначення поняття «Агроекологія» на сьогодні не існує. Науковцями наводяться різні, близькі за значенням визначення. Для цілей нашого дослідження ми використали визначення, наведене у посібнику з агроекології: «Агроекологія — наука, що досліджує можливість раціонального використання сільськогосподарських земель для одержання рослинницької і тваринницької продукції при одночасному збереженні природних ресурсів (грунтів, природних вод, атмосферного повітря тощо), біологічного різноманіття і захисту середовища існування людини та виробленої продукції від сільськогосподарського забруднення [6].

З огляду на це визначення і перелік стратегічних (відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні») та середньострокових пріоритетів, вибираємо для дослідження як агроекологічні — шість сільськогосподарських та п'ять екологічних пріоритетних напрямів:

4. *Технологічне оновлення та розвиток агропромислового комплексу.*

4.1. Розроблення та впровадження технологій адаптивного ґрунтоохоронного землеробства.

4.2. Розроблення та впровадження технологій виробництва, збереження і переробки високоякісної рослинницької продукції.

4.3. Розроблення та впровадження технологій виробництва діагностикумів захворювань рослин.

4.4. Розроблення та впровадження технологій виробництва діагностикумів захворювань тварин і засобів їх захисту.

4.5. Технологічне оновлення виробництва продукції скотарства та свинарства.

4.7. Розроблення та впровадження новітніх біотехнологій у рослинництві, тваринництві та ветеринарії.

6. Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища.

6.1. Застосування технологій раціонального надро- та землекористування.

6.2. Впровадження прогресивних технологій водозабезпечення, водокористування та водовідведення.

6.3. Застосування технологій замкненого циклу, технологій очищення, переробки та утилізації промислових і побутових відходів.

6.4. Застосування технологій поводження з радіоактивними відходами та зменшення їх негативного впливу на навколишнє природне середовище.

6.5. Застосування технологій зменшення шкідливих викидів та скидів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Фінансова складова. Як свідчать результати проведеного моніторингу, у 2012–2014 рр.

пріоритетні напрями агроекологічного профілю отримали найбільшу частку бюджетних коштів — 41,35% (222 790,7 млн грн) від загального обсягу фінансування стратегічних пріоритетів в Україні у 2012 р. та майже 50% (134 097 млн грн) — у 2014 р.

Результати проведеного моніторингу також свідчать, що впродовж 2012–2014 рр. фінансування здійснювалося за всіма середньостроковими пріоритетними напрямами досліджуваного профілю і тільки із спеціального фонду Державного бюджету, тобто на замовлення вітчизняних та іноземних замовників. Більшу частину коштів (93,1–93,7% від загального обсягу фінансування агроекологічної сфери) у 2012–2013 рр. спрямовано за чотирима напрямами — 4.1, 4.2, 4.5, 4.7. У 2014 р. до цих напрямів додався п'ятий пріоритет — 6.1, із часткою у майже 21%, і загальна частка п'ятьох пріоритетів досягла 93,1%. Слід зауважити, що були зменшені частки пріоритетів за напрямами — 4.1, 4.5, 4.7, натомість зросла частка пріоритету — 4.2 (табл. 1).

Технологічна складова. Технологічну складову оцінювали за результатами моніторингу середньострокових пріоритетів галузевого рівня (відповідно до Постанови КМУ № 397). За 11 напрямами агроекології (2013–2014 рр.) створено 91 технологію,

Таблиця 1

Бюджетне фінансування інноваційної діяльності та трансферу технологій середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності агроекологічного напрямку у 2012–2014 рр., % від загального обсягу бюджетного фінансування інноваційної діяльності та трансферу технологій

Коди пріоритетних напрямів*	Усього			у тому числі:		
				спеціальний фонд		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014
4.1	7,65	19,53	7,16	13,10	19,53	7,18
4.2	24,47	16,01	24,94	41,93	16,01	25,00
4.3	0,16	0,10	0,37	0,28	0,10	0,37
4.4	1,10	0,70	1,03	1,88	0,70	1,03
4.5	2,91	2,49	2,70	4,99	2,49	2,71
4.7	3,48	2,21	3,30	5,96	2,21	3,31
6.1	0,26	1,32	8,29	0,45	1,32	8,31

Закінчення таблиці 1

Коди пріоритетних напрямів*	Усього			у тому числі:		
				спеціальний фонд		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014
6.2	0,16	0,05	0,45	0,27	0,05	0,45
6.3	0,19	0,33	0,08	0,32	0,33	0,08
6.4	0,48	0,17	1,10	0,82	0,17	1,11
6.5	0,49	0,03	0,41	0,83	0,03	0,41

Примітка (до табл. 1, 2): * наведено лише коди пріоритетів, назви з кодами яких вказано вище (розроблено авторами на основі результатів моніторингу реалізації середньострокових пріоритетних напрямів загальнодержавного рівня).

або 19,4% від їх загальної кількості, передано 1597 технологій (передавалися технології не тільки розроблені у поточному, але й за попередні роки), або 72,1% від загальної кількості переданих.

Найбільше технологій за 2013–2014 рр. розроблено (79 од., або 86,8% від загальної

їх кількості з агроекологічного профілю) за п'ятьма середньостроковими пріоритетами — 4.1, 4.2, 4.7, 6.2, 6.4 (табл. 2).

Найбільше технологій передано у 2013–2014 рр. (1528 од., або 95,7% з агроекологічного профілю) за чотирма напрямами — 4.1, 4.2, 4.5 та 4.7. Ці напрями спів-

Таблиця 2

Створення і передавання нових технологій у сфері агроекології, у розрізі інноваційних пріоритетних напрямів (2013–2014 рр.)

Пріоритетні напрями	Створені нові технології		Передані технології	
	2013	2014	2013	2014
Загальна кількість створених / переданих нових технологій, одиниць	176	294	1078	1137
Кількість створених нових технологій у сфері агроекології, одиниць	47	44	1042	555
% від загальної кількості, за кодами*	26,7	15,0	96,7	48,8
4.1	2,3	4,8	14,7	7,2
4.2	7,4	1,4	59,0	33,0
4.3	2,3	0,3	0,8	1,5
4.4			1,3	1,5
4.5			16,0	1,3
4.7	9,7	1,0	4,6	3,4
6.1				
6.2	2,3	2,4	0,2	0,6
6.3		1,7		0,2
6.4	2,3	3,1		0,1
6.5	0,6	0,3		

Кількість захищених в Україні за 2000–2013 рр. дисертацій у розрізі середньострокових пріоритетних напрямів агроекологічного профілю

Коди пріоритетних напрямів*	Дисертації							
	Всього, одиниць	частка (%)	з яких					
			кандидатські, одиниць	% від		докторські, одиниць	% від	
				загальної кількості дисертацій	кількості кандидатських дисертацій		загальної кількості дисертацій	кількості докторських дисертацій
4.1	469	17,0	420	15,2	17,1	49	1,8	16,4
4.2	411	14,9	374	13,6	15,2	37	1,3	12,5
4.3	505	18,3	464	16,8	18,9	41	1,5	13,8
4.5	386	14,1	327	11,9	13,3	59	2,1	19,8
4.7	632	22,9	565	20,5	23,0	67	2,4	22,5
6.1	66	2,4	55	2,0	2,2	11	0,4	3,7
6.2	136	4,9	122	4,4	5,0	14	0,5	4,7
6.3	53	1,9	49	1,8	2,0	4	0,2	1,3
6.4	35	1,3	28	1,0	1,1	7	0,3	2,3
6.5	63	2,3	54	2,0	2,2	9	0,3	3,0
Всього	2756	100	2458	89,2	100,0	298	10,8	100,0

*Примітка:** наведено лише коди пріоритетів, назви з кодами яких вказано вище; моніторинг захищених дисертацій за напрямом — 4.4. Розроблення та впровадження технологій виробництва діагностикумів захворювань тварин і засобів їх захисту (галузь "Ветеринарні науки") авторами не проводився, оскільки згідно з Переліком спеціальностей, за якими проводиться захист дисертацій на здобуття наукових ступенів кандидата наук і доктора наук, затверджених Наказом ВАК України від 23.06.2005 р. № 377, ця галузь не відноситься до наукової галузі «Сільськогосподарські науки» (розроблено авторами на основі даних автоматизованого інформаційного фонду НДДКР і захищених дисертацій).

падають із пріоритетами фінансової складової.

Наукова складова. Наукове забезпечення сільського господарства, як базової складової аграрного сектора економіки України, вивчали на основі даних за 2000–2013 рр. за напрямками «Сільськогосподарські науки» — галузі «Агрономія» та «Зоотехнія» і «Біологічні науки» — галузь «Екологія» за кількістю захищених дисертацій. Упродовж вказаного періоду за визначеними 11 середньостроковими напрямками захищено 2756 дисертацій (табл. 3). Найбільшу частку дисертацій захищено за напрямками — 4.1, 4.3, 4.7, у т.ч. за спеціальністю «Еко-

логія» — за напрямом 6.2. У захищених дисертаціях досліджувалися питання біотехнології та технологій водозабезпечення, водокористування та водовідведення.

ВИСНОВКИ

Проведений моніторинг напрямку наукових досліджень з агроекологічних проблем свідчить, що більшу частину коштів (93,1–93,7% від загального обсягу фінансування агроекологічної сфери) у 2012–2014 рр. спрямовано за напрямками — 4.1, 4.2, 4.5, 4.7, 6.1. Фінансування здійснювалося зі спеціального фонду Державного бюджету.

Найбільше технологій за 2013–2014 рр. розроблено (79 од., або 86,8% від загальної кількості створених технологій, агроекологічний профіль) за п'ятьма середньостроковими пріоритетами — 4.1, 4.2, 4.7, 6.2, 6.4. За 2013–2014 рр. найбільше технологій (1528 од., або 95,7% від переданих за агроекологічним профілем) налічується за чотирма напрямками — 4.1, 4.2, 4.5 та 4.7. Ці напрями співпадають із пріоритетами фінансової складової.

Згідно зі середньостроковими пріоритетними напрямками загальнодержавного рівня стратегічних пріоритетів «Технологічне оновлення та розвиток агропромислового комплексу» та «Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного

середовища», впродовж 2000–2013 рр. захищено 2756 дисертацій, найбільша частка з яких за напрямками — 4.1, 4.3, 4.7 та 6.2.

Пріоритети — 4.1, 4.2, 4.7 та 6.2 мають найвищий інноваційний потенціал, є найбільш затребуваними, і тому повинні бути включені у перелік інноваційних пріоритетів на 2017–2021 рр.

Питання включення напрямів — 4.3, 4.5, 6.1 та 6.5 у перелік інноваційних пріоритетів на 2017–2021 рр., залежно від їхньої значущості для України, має вирішуватися висококваліфікованими незалежними експертами. Пріоритети — 4.4, 6.3, 6.4 через їх неактуальність не слід включати у перелік пріоритетних напрямів інноваційної діяльності на 2017–2021 рр.

ЛІТЕРАТУРА

1. Преобразование нашего мира. Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://globalcompact.ru/files_manager/Povestka_dny_v_oblasti_UR_do_2030.pdf
2. Фурдичко О.І. Основні напрями наукових досліджень в агроекології [Електронний ресурс] / О.І. Фурдичко // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. — 2014. — № 7. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2014_7_26.pdf
3. Погрішчук Г.Б. Агроекологічний розвиток у системі ефективного функціонування національного господарського комплексу на інноваційній основі / Г.Б. Погрішчук // Бізнес Інформ. — 2014. — № 11. — С. 125–129.
4. Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 14.09.2011 р. № 1057 «Про затвердження Переліку наукових спеціальностей» [Електронний ресурс] / Законодавство України. — Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1133>
5. Рубрикатор науково-технічної інформації: ДК 022:2008. — [Чинний від 31.12.2008 р.]. — К.: Держспоживстандарт, 2008. — 431 с. — (Національний класифікатор України).
6. Агроекологія: Посібник / А.М. Фесенко, О.В. Солошенко, Н.Ю. Гаврилович та ін.; за ред. О.В. Солошенка, А.М. Фесенко. — Х., 2013. — 291 с.

REFERENCES

1. *Preobrazovanie nashogo mira. Povestka dnya v oblasti ustoychivogo razvitiya na period do 2030 goda* [The transformation of our world. The agenda for sustainable development for the period till 2030]. [Electronic resource] available at: http://globalcompact.ru/files_manager/Povestka_dny_v_oblasti_UR_do_2030.pdf (in Russian).
2. Furdychko O.I. (2014). *Osnovni napriamy naukovykh doslidzhen v ahroekologii* [Main areas of research in agroecology]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu biosursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy* [Scientific reports National Agriculture University of Ukraine]. No. 7, [Electronic resource] available at: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2014_7_26.pdf (in Ukrainian).
3. Pohrishchuk H.B. (2014). *Ahroekolohichniy rozvytok u systemi efektyvnoho funktsionuvannya natsionalnoho hospodarskoho kompleksu na innovatsiinii osnovi* [Agroecology development system efficient functioning of the national economic complex based on innovative]. *Biznes Inform* [Business Inform.] No. 11, pp. 125–129 (in Ukrainian).
4. *Nakaz Ministerstva osvity i nauky, molodi ta sportu Ukrainy vid 14.09.2011r. No. 1057 «Pro zatverdzhennia Pereliku naukovykh spetsialnostei» Zakonodavstvo Ukrainy* [Order of the Ministry of Education, Youth and Sports of Ukraine from 14.09.2011r. № 1057 «On approval of the list of scientific specialties» Legislation Ukraine]. [Electronic resource] available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1133> (in Ukrainian).
5. *Natsionalnyi klasyfikator ukrainy «Rubrykator naukovykh i tekhnichnoy informatsii: DK 022:2008»*: *Nakaz Derzhspozhyvstandartu Ukrainy vid 31 hrudnia 2008 r. № 525* [National classification Ukraine «Categories of Scientific and Technical Information: DK 022:2008»: Order Derzhspozhyvstandart Ukraine dated 31 December 2008 r. No. 525]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart, 2008, 431 p. (in Ukrainian).
6. Fesenko A.M., Soloshenko O.V., Havrylovych N.Yu., Osypova L.S., Bezpalko V.V., Kochetova S.I. (2013). *Ahroekolohiia: Posibnyk* [Agroecology: Manual]. Kharkiv: 291 p. (in Ukrainian).

ВОЛОДИМИР ПИЛИПОВИЧ ПАТИКА

(до 70-річчя від дня народження)

10 вересня 2016 р. виповнилося 70 років доктору біологічних наук, професору, академіку НААН та Академії наук Вищої школи, лауреату Державної премії України в галузі науки і техніки, відомому вченому у галузі мікробіології, агроєкології та біотехнології, завідувачу відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України В.П. Патиці.

Володимир Пилипович народився у с. Мала Маньківка на Черкащині. Після закінчення школи-інтернату в селі Шевченкове Звенигородського району Черкаської області він вступив до хімічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, де отримав вищу освіту за спеціальністю «Хімія природних сполук» (1964–1969 рр.). Ще під час навчання в університеті почав працювати інженером в Інституті мікробіології і вірусології (1968–1969 рр.). З 1969 до 1971 року перебував на військовій службі.

Упродовж 1971–1980 рр. пройшов кар'єрний шлях від лаборанта до старшого наукового співробітника Українського науково-дослідного інституту сільськогосподарської мікробіології (м. Чернігів). Після закінчення аспірантури та захисту кандидатської дисертації (1975 р.) у Всесоюзному науково-дослідному інституті сільськогосподарської мікробіології йому було присвоєно науковий ступінь кандидата біологічних наук.

Згодом В. Патики очолював відділ ґрунтової мікробіології Південної зони СРСР (1982–1992 рр.), Кримський філіал ґрунтової мікробіології Інституту землеробства УААН (1992–1997 рр.).

У 1992 р. захистив докторську дисертацію в Інституті мікробіології і вірусології. Володимир Пилипович був обраний дійсним членом (академіком) Української

академії аграрних наук зі спеціальності «Сільськогосподарська мікробіологія» (1995 р.)

Упродовж 1997–2000 рр. В.П. Патики очолював Інститут сільськогосподарської мікробіології УААН, згодом – Інститут агроєкології та біотехнології УААН у м. Києві (2000–2005 рр.).

З 2006 р. керує відділом фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України.

Наукові інтереси В.П. Патики характеризуються різноплановістю і глибиною пізнань. Загальне визнання отримали його роботи з таких актуальних питань:

- дослідження взаємовідносин ґрунтових мікроорганізмів із сільськогосподарськими рослинами;
- екологія та біотехнологія ґрунтових мікроорганізмів;
- біологічна фіксація азоту;
- мікробіологічна мобілізація важкорозчинних сполук фосфору;
- мікробіологічні методи захисту рослин від шкідливих комах і гризунів;
- селекція рослин на підвищення азотфіксуючого потенціалу;
- застосування мікробіологічних препаратів в інтегрованих технологіях вирощування екологічної сільськогосподарської продукції тощо.

В.П. Патики – лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки (2005 р.), нагороди Ярослава Мудрого в галузі науки і техніки Академії наук Вищої школи України (2005 р.), премії імені Д.К. Заболотного НАН України (2005 р.) та премії Національної академії аграрних наук «За видатні досягнення у аграрній науці» (2015 р.).

За вагомий особистий внесок у розвиток вітчизняної науки, зміцнення науково-технічного потенціалу України, багаторічну сумлінну працю та високий професіона-

лізм В.П. Патиці присвоєно почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України» (2013 р.).

Володимир Пилипович також нагороджений Почесною відзнакою Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи (2000 р.) за організацію вивчення популяційно-генетичних наслідків екологічних катастроф на прикладі аварії на Чорнобильській АЕС; «Знаком пошани» Міністерства аграрної політики України (2001 р.); Почесною грамотою Президії національної академії аграрних наук України за вагомий особистий внесок у розвиток аграрної науки з питань агроєкології та ґрунтової мікробіології, підготовку наукових кадрів вищої кваліфікації (2011 р.).

Академік В.П. Патика є автором понад 730 наукових праць, низки оглядів, проблемних статей, 21 колективної монографії. Одержав 44 патенти і авторські свідоцтва. Під його керівництвом підготовлено 11 докторів та 17 кандидатів наук.

В.П. Патика проводить активну громадську роботу. Він є засновником «Агро-екологічного журналу», а також членом редакційних колегій провідних наукових журналів: «Мікробіологічний журнал», «Фізіологія і біохімія культурних рослин», «Вісник Харківського національного аграрного університету, серія: Біологія», «Вісник Уманського національного університету садівництва», «Мікробіологія і біотехнологія». Володимир Пилипович входить до складу спеціалізованих вчених рад Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України та Уманського національного університету садівництва.

В.П. Патика є почесним професором Харківського національного аграрного університету, Уманського національного університету садівництва, Полтавської державної аграрної академії.

Понад 25 років Володимир Пилипович опікується Шевченківською спеціалізованою загальноосвітньою школою-інтернатом Черкаської обласної ради, яку закінчив в 1964 р., і є почесним членом її педради.

Щиро вітаємо Володимира Пилиповича з ювілеєм, бажаємо доброго здоров'я, миру і злагоди, плідної праці та нових наукових здобутків.

*Колектив Інституту агроєкології і природокористування НААН,
Редакційна колегія «Агроєкологічного журналу».*



ВІТАЄМО З ДНЕМ НАРОДЖЕННЯ!

**ШАНОВАНИМ ЖІНКАМ НАУКИ – ВИЗНАНИМ УЧЕНИМ
У ГАЛУЗІ МІКРОБІОЛОГІЇ**

ГАЛИНІ ОЛЕКСАНДРІВНІ ІУТИНСЬКІЙ,
доктору біологічних наук, професору, члену-кореспонденту НАН України

i

АЛЛІ ІВАНІВНІ ПАРФЕНЮК,
доктору біологічних наук, професору

з нагоди ювілею присвячується:

*Вечірнє сонце, дякую за день!
Вечірнє сонце, дякую за втому.
За тих лісів провітлений Едем
і за волошку в житті золотому.
За твій світанок, і за твій зеніт,
і за мої обпечені зеніти.
За те, що завтра хоче зеленіть,
за те, що вчора встигло оддзвеніти.
За небо в небі, за дитячий сміх.
За те, що можу, і за те, що мушу.
Вечірнє сонце, дякую за всіх,
котрі нічим не осквернили душу.
За те, що завтра жде своїх натхнень.
Що десь у світі кров ще не пролито.
Вечірнє сонце, дякую за день,
за цю потребу слова, як молитви.*

Ліна Костенко.

Зичимо ювіляркам міцного здоров'я, оптимізму, творчого натхнення
на науковій ниві. Нехай доля буде прихильною до Вас у всіх починаннях!

*Колектив Інституту агроєкології
і природокористування НААН,*

*Редколегія і редакція
«Агроєкологічного журналу».*

АННОТАЦИИ

Палана Н.В.¹, Пронь Н.Б.¹, Устименко А.В.² Развитие земельных отношений в условиях государственной децентрализации в Украине // *Агроэкологический журнал*. — 2016. — № 3. — С. 7–12.

¹ *Институт агроэкологии и природопользования НААН*

² *Опытная станция лекарственных растений ИАП НААН*

e-mail: n_gnativ@ukr.net

Определена суть и целесообразность проведения децентрализованной реформы в Украине, в частности, ее влияние на дальнейшее развитие сельских территорий. Внимание сосредоточено на вопросах земельных отношений как эффективного инструмента управления вновь объединенных территориальных общин. Проанализировано нынешнее состояние функционирования и деятельности личных крестьянских хозяйств как представителей малого агробизнеса на сельских территориях в Украине. Рассмотрены вопросы целесообразности создания локальных агропродовольственных рынков с целью реализации сельскохозяйственной продукции. Освещены возможные угрозы в процессе объединения территориальных общин вследствие недостаточного исследования вопросов экологического состояния на данных территориях, а также их социально-экономического развития. Рассмотрен европейский опыт проведения реформ местного самоуправления, в частности, особенностей функционирования малейших административных единиц в Республике Польша — гмины. Подведены итоги проведения административно-территориальной реформы в Украине и освещена информация о создании и функционировании объединенных территориальных общин в региональном разрезе.

К л ю ч е в ы е с л о в а: децентрализованная реформа, сельские территории, земельные отношения, объединенная территориальная община, личные крестьянские хозяйства, сельскохозяйственная продукция.

Коваленко И.Н. Структурно-функциональные связи в лесных экосистемах НПП «Деснянско-Старогутский» // *Агроэкологический журнал*. — 2016. — № 3. — С. 13–18.

Сумской национальный аграрный университет
e-mail: kovalenko_977@ukr.net

Проанализирован видовой состав травянисто-кустарничкового яруса основных лесных фитоценозов НПП «Деснянско-Старогутский». Согласно эколого-флористической классификации, в регионе проведения исследований выделены шесть классов лесной растительности, по которым осу-

ществлена ревизия характерных видов растений. Установлено, что для типичных растений травянисто-кустарничкового яруса характерны широкие амплитуды по основным экологическим факторам (температура, влажность, континентальность). На основе данных об индивидуальном экологическом оптимуме растения в травяно-кустарничковом ярусе лесных экосистем северо-восточной части Украины можно ожидать увеличения доли гидрофильных и термофильных видов при соответствующем снижении ксерофильных и бореальных видов растений.

К л ю ч е в ы е с л о в а: функциональные связи, травяно-кустарничковый ярус, синтаксоны, характерные виды.

Павленко А.В.¹, Лесовой Н.М.², Чайка В.Н.² Реакция популяций хищных животных на природоохранные мероприятия // *Агроэкологический журнал*. — 2016. — № 3. — С. 19–23.

¹ *Государственная экологическая инспекция в Черниговской области*

² *Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

e-mail: Lisova106@ukr.net

В условиях Черниговской обл. в течение 21 года суммарная площадь заповедных территорий увеличилась на 189%. Установлено существование сильной корреляционной связи между увеличением площадей территорий с природоохранным статусом и численностью популяции собаки енотовидной (увеличилась на 277%). В противовес этому наблюдается отсутствие прямой корреляционной связи между площадью заповедных территорий и численностью популяции волка и лисицы обыкновенной. Такие расхождения, на наш взгляд, обусловлены особенностями экологии животных исследуемых видов и характером антропогенного давления на них во время охоты и уничтожения как «вредных» видов.

К л ю ч е в ы е с л о в а: биоразнообразие, заповедность, численность популяции, хищники, волк, лисица обыкновенная, собака енотовидная.

Корнелюк Н.Н.¹, Конякин С.Н.², Гродзинская А.А.^{2,3} Содержание тяжелых металлов в листьях *Tilia cordata* Mill. и почве урбоэкосистем г. Черкассы // *Агроэкологический журнал*. — 2016. — № 3. — С. 24–32.

¹ *Черкасский государственный технологический университет*

² *Институт эволюционной экологии НАН Украины*

³ *Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины*
email: nature19@mail.ru

Методом атомно-абсорбционной спектроскопии исследовано содержание тяжелых металлов (Сu, Zn, Pb и Cd) в листьях биоиндикаторного вида *Tilia cordata* Mill. и почве с 24 местообитаний растений г. Черкассы. По общему содержанию в листовой биомассе и почве с локалитетов разной степени техногенного загрязнения тяжелые металлы можно расположить в следующей последовательности – Zn > Cu > Pb > Cd. На территории города содержание Pb и Cd в образцах почвы был ниже ПДК. Загрязнение Cu и Zn почв и листьев в первую очередь вызвано вредными выбросами химических предприятий, Pb – промышленными и транспортными факторами, а Cd – приближением к транспортным магистралям.

К л ю ч е в ы е с л о в а: тяжелые металлы, биоиндикация, *Tilia cordata* Mill., техногенное загрязнение.

Довгал А.П., Волошина Н.А. Влияние региональных погодных аномалий на агроэкосистемы Левобережной Лесостепи // *Агроэкологический журнал*. – 2016. – № 3. – С. 32–38.

Национальный педагогический университет имени М.П. Драгоманова
e-mail: anna.dovgal@rambler.ru

Обоснована актуальность проблемы непредсказуемого динамического изменения климатических условий территории, формирующего опасность для развития аграрного сектора экономики страны. Проанализированы многолетние данные показателей на протяжении 1995–2014 гг., характеризующие температурный режим и режим увлажнения территории Лубенского р-на Полтавской обл. Установлены основные тенденции и закономерности их динамики с учетом степени отклонения от многолетней нормы. Определена зависимость устойчивости и развития агроэкосистемного комплекса от изменения климатических условий территории и потенциальные последствия неблагоприятного воздействия указанных факторов.

К л ю ч е в ы е с л о в а: климатические условия, агроэкосистема, устойчивость, сельскохозяйственные культуры.

Фещенко В.П., Гуреля В.В. Закономерности перехода ¹³⁷Cs в луговую растительность на заливных почвах // *Агроэкологический журнал*. – 2016. – № 3. – С. 38–44.

Институт сельского хозяйства Полесья
e-mail: ekostart@yandex.ua

Приведены результаты исследований особенностей проведения коренного улучшения загрязнен-

ных вследствие аварии на ЧАЭС агроэкосистем Полесья Украины. Установлено, что основными факторами влияния на поступление ¹³⁷Cs из почв радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных угодий в растительность является видовой состав растений, физико-химические свойства почвы, а также погодные условия. Обоснована необходимость постоянного мониторинга и научного сопровождения разработки и реализации контрмер. Доказано, что использование современных технологий и ведения рентабельного сельскохозяйственного производства является оптимальным способом реабилитации загрязненных территорий.

К л ю ч е в ы е с л о в а: радиоактивное загрязнение, травостой, реабилитация сельскохозяйственного производства, Украинское Полесье, контрмеры.

Демьянюк Е.С., Шерстобоева Е.В., Клименко А.Н., Чабанюк Я.В. Влияние гидротермического режима вегетации на экологическое состояние почв и урожайность кукурузы // *Агроэкологический журнал*. – 2016. – № 3. – С. 45–50.

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

В полевом опыте установлено, что биологическая активность почвы под агрокультурой, как показатель его экологического состояния, значительно зависит от погодных условий. В экстремальные (чрезмерная влажность и превышение среднемесячной температуры на 2–5°C) периоды по сравнению с такими же жаркими, но засушливыми периодами в почве увеличивается количество общей микробной массы, усиливаются синтетические процессы и активизируется эмиссия диоксида углерода. Соответственно, повышается урожайность зеленой массы кукурузы, однако значительно снижается урожайность зерна. В год с повышенным температурным режимом и недостаточным обеспечением влагой значительно снижается урожай зеленой массы, но урожайность зерна формируется фактически на уровне оптимального по погодным условиям года, что обусловлено относительной засухоустойчивостью кукурузы.

К л ю ч е в ы е с л о в а: биологическая активность почвы, гидротермический коэффициент, погодные условия, кукуруза, урожайность.

Аристархова Э.А. Особенности определения токсичности питьевой воды // *Агроэкологический журнал*. – 2016. – № 3. – С. 50–55.

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

Рассмотрена проблема определения токсичности питьевой воды в системе водоснабжения

г. Житомир. Целесообразно для выявления токсического действия компонентов воды применять так называемые наборы тест-организмов, в которых обязательными составляющими должны стать представители растительных и животных форм. Обосновано, что результаты такого биотестирования позволяют всесторонне оценить влияние загрязняющих веществ на живые существа. Предложено при тестировании качества питьевой воды использовать *Daphnia magna* Straus и *Tradescantia fluminensis* Vellozo. На основе реакций тест-объектов рассчитан индекс токсичности питьевой воды. Отмечено вредное воздействие вторичного загрязнения воды (индекс токсичности 50%, группа Д1) на живые организмы. Выявлена специфичность чувствительности *T. fluminensis* (на восьмые сутки) и *D. magna* (на 15-е) к хроническому эффекту компонентов питьевой воды.

К л ю ч е в ы е с л о в а: токсичность питьевой воды, биотестирование, *Daphnia magna* Straus, *Tradescantia fluminensis* Vellozo, индекс токсичности, хронический эффект.

Корсун С.Г.¹, Довбаш Н.И.¹, Олиферчук В.П.² Зависимость биологической активности почвы от загрязненности экотопов тяжелыми металлами // Агроекологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 56–61.

¹ *Национальный научный центр «Институт земледелия НААН»*

² *Национальный лесотехнический университет Украины*

e-mail: KorsunS@i.ua

Исследование проведено на базе длительного опыта на мелких участках с серой лесной легкосуглинистой почвой экотопов, подвергающихся длительному систематическому загрязнению свинцом, кадмием, цинком. Установлено изменение активности микробного ценоза почвы в условиях загрязнения экотопов поллютантами. При росте концентрации свинца, кадмия, цинка в почве произошло снижение активности целлюлолитических микроорганизмов, угнетение интенсивности респирации почвы, имела место тенденция к активизации микроорганизмов-нитрификаторов. Обосновано, что нарушение естественной концентрации тяжелых металлов в серой лесной почве сопровождалось изменениями в видовом составе микромицетов. Превышение естественного фона экотоксикантов вызывало дополнительное увеличение количества патогенных видов рода *Fuzarium*, семейства *Zygomycetes*, в частности видов рода *Rizopus*, и появление эффекта «меланизация почвы».

К л ю ч е в ы е с л о в а: микробиоценоз почвы, биологическая активность почвы, кукуруза, тяжелые металлы, экотоп.

Воротынцева Л.И. Почвенно-мелиоративные показатели чернозема обыкновенного при капельном орошении // Агроекологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 62–68.

ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского»

e-mail: Chief_chief@mail.ru

Приведены результаты экспериментальных исследований по изучению влияния капельного орошения минерализованной водой на почвенно-мелиоративные показатели чернозема обыкновенного Северной Степи Украины. Установлено, что локальный характер увлажнения приводит к усилению неоднородности почвенного покрова и пространственной дифференциации почвенно-мелиоративных показателей на отрезке «лента — строка — междурядье». Выявлено усиление развития процессов засоления, осолонцевания почвы, особенно в зоне поливной ленты, следствием которых является повышение концентрации токсичных солей натрия, насыщение поглотительного комплекса натрием и калием. Обосновано, что долгосрочное орошение привело к снижению в пахотном слое общего содержания гумуса, повышению его плотности, утяжелению гранулометрического состава до среднеглинистого вследствие роста фракций ила и мелкой пыли, разрушению и снижению устойчивости микроструктуры (рост фактора дисперсности). Доказано, что при капельном орошении овощных культур минерализованной водой необходим контроль относительно показателей состояния почвы и применения мер по химической мелиорации для предотвращения и устранения проявления деградационных процессов.

К л ю ч е в ы е с л о в а: засоление, капельное орошение, локальное увлажнение, минерализованная вода, осолонцевание, чернозем обыкновенный.

Василенко М.Г.¹, Зосимов В.Д.², Дмитренко О.В.², Шило Л.Г.², Косточенко М.В.² Радиологическое загрязнение почв Киевской области после аварии на ЧАЭС тридцать лет спустя // Агроекологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 68–73.

¹ *Институт агроэкологии и природопользования НААН*

² *ГУ «Институт охраны почв»*

e-mail: kievodptc@ukr.net

Обобщены результаты радиоактивного загрязнения почв Киевской обл. после аварии на Чернобыльской АЭС спустя тридцать лет. Приведены результаты исследований по отдельным хозяйствам и участкам (паям) по определению уровня радиологического (радиоактивного) загрязнения сельскохозяйственных угодий Киевской обл. Доказано, что внесение повышенных доз органических, органо-минеральных, минеральных (особенно фосфорных и калийных) удобрений,

регуляторов роста растений, а также применение известкования кислых почв, подбор выращиваемых культур снижает уровень радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции. Установлено, что радиационная ситуация в области несколько улучшилась благодаря принятию контрмер и реабилитационным процессам.

К л ю ч е в ы е с л о в а: радионуклиды, загрязнения, содержание, почва, состояние, исследование, результаты.

Белявская Л.А. Влияние метаболитических биопрепаратов на основе почвенных стрептомицетов на производительность пшеницы яровой // *Агроэкологический журнал*. — 2016. — № 3. — С. 74–83.

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

e-mail: bilyuvskal@ukr.net

Установлено, что новые полифункциональные метаболитические биопрепараты на основе комплекса биологически активных веществ почвенных стрептомицетов: Аверком (с добавлением элиситоров салициловой кислоты или хитозана), Виолар и Фитовит способствуют увеличению в корневой зоне пшеницы яровой численности микроорганизмов основных эколого-функциональных групп, а в растительных клетках активности энзима фенилаланинамиак-лиазы, что свидетельствует об индукции устойчивости растений к патогенам. При этом уменьшается уровень поражения растений пшеницы яровой корневыми гнилями и фитопаразитичными нематодами. Обосновано, что под действием препаратов Аверком нова-2, Виолар и Фитовит урожайность зерна увеличивается на 16,9–32,5% по сравнению с контролем и на 10,9–25,7% — с использованием химического протравителя Витавакс 200 ФФ, при этом улучшается качество и классность зерна. Использование новых полифункциональных метаболитических биопрепаратов позволит снизить пестицидную нагрузку на агроценозы, улучшить экологическое состояние и повысить производительность агроэкосистем.

К л ю ч е в ы е с л о в а: метаболитические биопрепараты, почвенные стрептомицеты, индукторы устойчивости растений, пшеница яровая, корневые гнили, паразитические нематоды, ризосферные микроорганизмы, эффективность, урожайность.

Коломиец Ю.В.¹, Григорюк И.П.¹, Буценко Л.Н.², Биливская Л.А.² Системное действие микробных препаратов на возбудителей бактериальных болезней растений томата // *Агроэкологический журнал*. — 2016. — № 3. — С. 83–89.

¹ *Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

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

e-mail: julyja@i.ua

Биопрепараты Азотофит, на основе бактерий *Azotobacter chroococcum* и Фитохелп — *Bacillus subtilis*, проявляли высокую антибактериальную активность к возбудителю бактериального рака *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, с диаметром зоны отсутствия роста в пределах 77–80 мм. Биопрепарат Аверком проявлял активное воздействие на возбудителя бактериальной крапчатости растений томатов *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, с диаметром зоны отсутствия роста 40 мм. Самыми активными к возбудителю черной бактериальной пятнистости *Xanthomonas vesicatoria* оказались биопрепараты Фитонид и Фитохелп — на основе бактерий *Bacillus subtilis*.

К л ю ч е в ы е с л о в а: антибактериальная активность, бактериальные болезни, биопрепараты, томаты.

Слюсарь И.Т., Богатырь Л.В. Влияние основной обработки и удобрения на урожайность кукурузы на осушаемых почвах Лесостепи // *Агроэкологический журнал*. — 2016. — № 3. — С. 89–94.

ННЦ «Институт земледелия НААН»

e-mail: Lyudmila7@mail.ru

Приведены данные эффективности основной обработки почвы и удобрений в формировании продуктивности кукурузы на осушаемых органо-генных почвах Лесостепи. Самая низкая урожайность зеленой массы кукурузы зафиксирована на участках без удобрения, составившая при вспашке на глубину 25–27 см — 48,5 т/га, при дисковании на 10–12 см — 44,7 и при нулевой обработке (вне-сение гербицида) — 41,9 т/га. Установлено, что наиболее эффективной основной обработкой под кукурузу на силос была пахота на глубину 25–27 см, которая обеспечивала урожайность культуры при полном минеральном удобрении — на уровне 87,9 т/га; а с применением дискования на 10–12 см в качестве основной обработки получена достаточно высокая урожайность силосной массы кукурузы — 89,3 т/га, что практически не уступало показателям урожайности при вспашке на 25–27 см.

К л ю ч е в ы е с л о в а: осушаемые почвы, торфяники, основная обработка почвы, удобрения, кукуруза.

Дубовый В.И., Парфенюк С.Н. Особенности зимостойкости и способы экологической оценки морозостойкости озимых зерновых культур // *Агроэкологический журнал*. — 2016. — № 3. — С. 95–100.

Житомирский национальный агроэкологический университет

e-mail: vidubovy@gmail.com

Проанализированы проблемы зимостойкости озимых зерновых культур (пшеница, рожь, тритикале) и способы оценки морозо- и зимостойкости

озимых зерновых культур. На основе полученных результатов предложен усовершенствованный способ экологической оценки и отбора растений по морозо- и зимостойкости озимых зерновых культур с учетом температурно-световых факторов в период осенней вегетации, данных мониторинга и особенностей перезимовки в специально созданных экстремальных природных условиях. Исследования проведены в условиях Лесостепи (Мировский институт пшеницы им. В.М. Ремесло) и Полесья Украины (Житомирский национальный агроэкологический университет).

К л ю ч е в ы е с л о в а: морозо-, зимостойкость, озимые зерновые культуры (пшеница, рожь, тритикале), экстремальные природные условия, бумажные рулоны, ванны.

Деревянко Н.П.¹, Бражко А.А.², Завгородний М.П.², Васильева Т.Н.¹ Эффективность и безопасность использования новых стимуляторов роста растений, созданных на основе производных гетерилкарбоновых кислот // Агроэкологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 100–103.

¹ Хортицкая национальная учебно-реабилитационная академия

² Запорожский национальный университет
e-mail: pechar@ua.fm

Исследовано влияние нового стимулятора роста растений DNS, разработанного на основе солей гетерилкарбоновых кислот, на разделение и рост клеток проростков огурца (сорт Конкурент). Установлено, что эффективность использования регулятора роста DNS для выращивания сельскохозяйственной продукции целесообразно благодаря выраженным свойствам препарата к стимулированию роста растений, способствующим увеличению длины главного корня, количества боковых корней; ускорению роста и развития гипокотили и листья, улучшающего жизнеспособность растений семейства тыквенных. Определен класс токсичности исследуемого регулятора роста растений и антиоксидантная активность.

К л ю ч е в ы е с л о в а: регуляторы роста растений, гетерилкарбоновые кислоты, ростстимулирующая активность, растения семейства тыквенных, антиоксидантная активность, токсичность.

Свечкова Н.В.¹, Сидоров М.А.², Стадник А.П.¹ Влияние биологически активных добавок на плодovitость канальный сома (*Ictalurus punctatus*) // Агроэкологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 104–110.

¹ Институт агроэкологии и природопользования НААН

² Институт рыбного хозяйства НААН
e-mail: oleknataly@rambler.ru

Установлено влияние биологически активных кормовых добавок — гумата натрия, гумата калия,

препарата Витатон на плодovitость и рост разновозрастных групп канального сома (*Ictalurus punctatus*). Обосновано, что использование биологически активных веществ способствует повышению сохранности личинок канального сома на 16–25%. Скармливание личинкам кормов с биологически активными препаратами повышает темпы их роста и увеличивает среднесуточные привесы на 26–63%. Максимальный эффект использования препаратов наблюдается во второй половине подращивания. При одинаковых дозах введения препаратов наиболее эффективным оказалось использование в их составе гумата калия.

К л ю ч е в ы е с л о в а: гуминовые вещества, кормовая добавка, органическое вещество, канальный сом.

Бровко И.С., Чабанюк Я.В., Мазур С.В., Ящук В.В. Биосенсорные свойства почвенной микробиоты при воздействии пестицидов // Агроэкологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 111–116.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: nauka25@ukr.net

Освещены перспективы применения тест-полосок для оценки токсичности пестицидов различных классов относительно почвенного микробиоценоза, которые активно используются в агротехнической практике на территории Украины. Исследован подбор оптимальных культур-биосенсоров для оценки токсического действия пестицидов с применением тест-полосок. Обосновано, что чувствительность исследуемых микроорганизмов к отдельным пестицидам является неодинаковой, поскольку каждая тест-культура по-разному реагирует на их применение.

К л ю ч е в ы е с л о в а: пестициды, биотестирование, микробиота, биосенсор, тест-культура, *Azotobacter*.

Крутило Д.В.¹, Наджерничная Е.В.¹, Шерстобова Е.В.² Разнообразие клубеньковых бактерий фасоли в агроценозах Украины // Агроэкологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 117–125.

¹ Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН

² Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: krutilod@mail.ru

Из почвы разных регионов Украины изъяты 50 штаммов клубеньковых бактерий фасоли и изучено их биологическое разнообразие. Установлено, что новые штаммы *Rhizobium phaseoli* существенно отличаются по чувствительности к антибиотикам, серологическими и генетическими свойствами. По антигенному составу исследованные клубеньковые бактерии отнесены к различным серологическим группам. С применением метода ПЦР-RFLP

ITS-региона выявлен значительный генетический полиморфизм микросимбионтов фасоли, которые выделены из почвенных популяций ризобий. По рестрикционным профилями 16S-23S рДНК их впервые разделено на различные ITS-типы.

К л ю ч е в ы е с л о в а: *Rhizobium phaseoli*, серологическое разнообразие, генетический полиморфизм, ПЦР-RFLP, ITS-регион.

Копылов Е.П., Йовенко А.С. Азотфиксирующие микробные сообщества корневой зоны и производительность гречки при возделывании гриба *Chaetotium cochliodes* // Агроэкологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 125–130.

Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН
e-mail: evhenyukopilov@mail.ru

Установлено, что обработка семян гречихи посевной почвенным сапротрофным грибом *Chaetotium cochliodes* 3250 обеспечивает повышение численности диазотрофов в корневой зоне культуры. Так, в ризосфере растений увеличивается количество бактерий родов *Azospirillum* и *Azotobacter*, в ризоплане растет численность всех исследуемых групп микроорганизмов, сопровождаемая активацией процесса фиксации молекулярного азота. В ризосферной почве нитрогеназная активность повышалась в 1,3 раза, в ризоплане гречихи — в 11,3 раза. Использование гриба способствовало увеличению урожайности культуры на 12,6%.

К л ю ч е в ы е с л о в а: гречиха посевная, *Chaetotium cochliodes* 3250, азотфиксирующее микробное сообщество, нитрогеназная активность.

Дорош Л.С., Перетятко Т.Б., Гудзь С.П. Сульфидогенная активность бактерий *Desulfomicrobium* sp. CrR3 при воздействии нитрита и молибдата натрия // Агроэкологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 131–135.

Львовский национальный университет имени Ивана Франко
e-mail: dorosh_lilya@ukr.net

Установлено, что сульфатредуцирующие бактерии *Desulfomicrobium* sp. CrR3, выделенные из сточных вод г. Львов, не накапливают биомассу при воздействии ионов нитрита и молибдата. Эти вещества подавляют сульфидогенную активность бактерий *Desulfomicrobium* sp. CrR3. Обосновано, что внесение ионов нитрита в концентрации 1 мМ практически не влияет на накопление биомассы и водород сульфида бактериями *Desulfomicrobium* sp. CrR3. Увеличение концентрации нитрита до 5 мМ вызывало угнетение роста бактерий *Desulfomicrobium* sp. CrR3 почти вдвое, при которой наблюдалось снижение эффективности использования сульфата по сравнению с контролем. Молибдат в концентрации 0,5–1 мМ полностью подавляет рост и сульфидогенную активность *Des-*

ulfomicrobium sp. CrR3. Одновременное действие нитрита и молибдата вызывает фактически полное подавление роста бактерий *Desulfomicrobium* sp. CrR3. В этих условиях бактерии не восстанавливают сульфатов и, как следствие, не накапливают водород сульфид.

К л ю ч е в ы е с л о в а: нитрит, молибдат, водород сульфид, сульфатредуцирующие бактерии, сточные воды.

Гриник И.В.¹, Москалец Т.З.², Москалец В.В.² Особенности формирования параметров консорций сорняков в зависимости от генотипового и видового состава представителей трибы *Triticeae* в условиях экотона Полесье-Лесостепь // Агроэкологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 136–141.

¹ *Институт садоводства НААН*

² *Белоцерковский национальный аграрный университет*

e-mail: moskalets78@rambler.ru

Исследованы особенности формирования параметров консорций сорняков в зависимости от генотипического и видового состава перспективных эколого-адаптивных представителей трибы *Triticeae* в условиях экотона Полесье-Лесостепь. Установлено, что в условиях полесско-лесостепного экотона ценотический состав фитоценозов трибы *Triticeae* представлен преимущественно терофитами, меньше — гемикриптофитами, криптофитами и геофитами. Установлено, что в условиях экотона Полесье-Лесостепь доминирующими ассоциациями сорняков в посевах короткостебельных и полукарликовых сортов трибы *Triticeae* является шесть доминирующих видовых сообществ: *Viola-Capsella*, *Matricaria-Galium*, *Elytrigia-Galeopsis*, *Chenopodium-Sonchus*, *Thlaspi-Euphorbia*, а в посевах высокорослых и среднерослых — четыре: *Cirsium-Convulvulus*, *Apera-Galeopsis*, *Elytrigia-Linaria*, *Galeopsis-Galium*. Среднерослые, среднеспелые сорта и линии пшеницы (Зоряна Носовская, Зирка Носовская, Л 4639/96), ржи (Олимпиада 80), трехвидового тритикале (ПС_1-12, ПС_2-12, Вивате Носовское и УП_1-12) являются наиболее конкурентоспособными в отношении развития сегетальной растительности по сравнению с другими среднерослыми и полукарликовыми сортами этих культур: КС 5, КС 1, КС 14 (пшеница), Чайн, ГАУ 5, Д-5-2010 (тритикале), Борьба (рожь).

К л ю ч е в ы е с л о в а: параметры консорций сорняков, эколого-адаптивные сорта и линии трибы *Triticeae*, экотон Полесье-Лесостепь.

Тертычная О.В., Сваялчук Л.И. Перспективы экологических исследований *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) в птицеводстве // Агроэкологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 142–147.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: olyater@ukr.net

Проведен критический обзор и ретроспективный анализ отечественной и иностранной литературы по распространению и эколого-биологическим особенностям *Dermanysus gallinae* (красного птичьего клеща). Рассмотрены его основные морфолого-биологические характеристики, систематическое положение, цикл развития, размножение. Обобщены оптимальные экологические параметры, благоприятные для его развития. Проанализировано негативное влияние и последствие распространения *D. gallinae* в условиях производства птицеводческой продукции и перспективы экологических исследований в Украине.

К л ю ч е в ы е с л о в а: птицеводство, *Dermanysus gallinae* (De Geer, 1778), экологические факторы, распространение.

Дементьева О.И. Дренажно-сбросные стоки рисовой оросительной системы как дополнительный резерв поливной воды // Агроэкологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 148–152.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: o-dementeva@mail.ua

Рассмотрена целесообразность разбавления днепровской воды дренажно-сбросовыми водами на 25% и использование их в технологии выращивания сельскохозяйственных культур на заливных рисовых полях (чеках), что будет способствовать охране окружающей природной среды рекреационной зоны Южной Степи Украины. Приведены данные о качестве днепровской воды, дренажно-сбросных и смешанных вод. Установлена зависимость урожайности зеленой массы выращиваемой культуры от качества поливной воды. Исследована урожайность зерна риса сортов различных групп спелости в зависимости от количества, качества поливной воды и удобрений.

К л ю ч е в ы е с л о в а: поливная вода, смешанная поливная вода, дренажно-сбросные стоки, минерализация воды, урожайность зерна, суммарное водопотребление.

Мазур И.А. Идентификационное соответствие плавневых биотопов Северо-Западного Причерноморья // Агроэкологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 153–159.

Николаевский национальный университет им. В.А. Сухомлинского

e-mail: tia.89@mail.ru

С целью идентификации разнотипных плавневых биотопов степных рек Северо-Западного Причерноморья в различных классификационных схемах водно-болотных угодий проанализированы наиболее употребляемые международные и отечественные классификации последних, среди которых: «Рамсарская система классификации водно-болотных угодий» (1971); «Классификация

водно-болотных угодий и глубоководных участков США» (Cowardin and others, 1979); Бернская классификация типов природных сред (1979); сообществ CORINE (1980); классификация советских болотоведов (М.Я. Кац, В.С. Доктуровский, Е.М. Брадис, Ф. Бачурина, Д.К. Зеров) «Динамическая» классификация морских (приморских) водно-болотных угодий (В. Воспитанник, Т.Д. Борисевич). Идентифицированы плавневые участки региона исследования: пойменные болота маршевого типа, пресноводные (долинные) или соленоватодные (дельтовые), нестабильные (постоянные и сезонные/пересыхающие), на минеральных почвах с четким доминированием травянистой растительности (камышы, рогозы, осоки).

К л ю ч е в ы е с л о в а: водно-болотные угодья, классификация, плавни, степные реки, Северо-Западное Причерноморье.

Ал-Ясири Хусам Моханад. Устойчивость сортов ячменя ярового к возбудителям пыльной головни (*Ustilago nuda* Kell. et Swing) // Агроэкологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 159–161.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

e-mail: h_m_alyassiry@yahoo.com; hsmmohanad@gmail.com

Приведены результаты исследований распространения и развития пыльной головни (*Ustilago nuda* Kell. et Swing) на сортах ячменя ярового в условиях естественного инфекционного фона. Наиболее пораженным оказался сорт ячменя Себастьян. Сорта Водограй и Эней проявили высокую устойчивость против пыльной головни. Соответственно, эти сорта характеризовались качественными показателями структуры урожая. Максимальное поражение пыльной головней имел сорт Себастьян. При поражении на уровне 3,31% сорт Себастьян по структурным показателям значительно уступал сортам Водограй и Эней.

К л ю ч е в ы е с л о в а: ячмень, сорта, пыльная головня, устойчивость, телиоспоры.

Задорожная Г.П., Кваша Т.К., Паладченко Е.Ф. Инновационный потенциал экологической составляющей в аграрной научной сфере // Агроэкологический журнал. — 2016. — № 3. — С. 162–168.

Украинский институт научно-технической и экономической информации

e-mail: zador@uintei.kiev.ua

Осуществлено оценивание инновационного потенциала 11 направлений агроэкологической сферы и формирование проекта перечня новых инновационных приоритетов указанного профиля на 2017–2021 гг. Направления выбраны из 53 приоритетов инновационной деятельности, которые были определены в 2012 г. Постановлением Кабинета Министров Украины № 294 по

сельскому хозяйству и экологии. Разработанная методика оценки инновационного потенциала насчитывает три составляющие — финансовую (востребованность направления), технологическую (мерило технологического обеспечения) и научную (научная обеспеченность направления). Для оценки финансовой и технологической составляющих проанализированы результаты мониторинга реализации указанных приоритетов, а научной — на основе анализа 2756 диссертаций по отраслям «Сельское хозяйство», «Экология» и распределения их по 11 направлениям агроэкологической сферы. По результатам исследования определены агроэкологические направления, ко-

торые имеют высокий инновационный потенциал, а именно: относительно технологий адаптивного почвозащитного земледелия, производства, хранения и переработки высококачественной продукции растениеводства, биотехнологий в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии, также водоснабжения, водопользования и водоотведения.

К л ю ч е в ы е с л о в а: инновации, потенциал, аграрная наука, агроэкологическая сфера, приоритеты, создание технологий, биотехнология, растениеводство, животноводство, диссертации, финансирование приоритетов, технологическое обновление.

ABSTRACT

Palapa N.¹, Pron N.¹, Ustymenko O.² Development of land relations in the context of government decentralization in Ukraine // *Agroecological journal*. — 2016. — No. 3. — P. 7–12.

¹ *Institute of Agroecology and Management of National Academy of Sciences of Ukraine*

² *Experimental Station of medicinal plants of the Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academy of Sciences of Ukraine*
e-mail: n_gnativ@ukr.net

It is determined the essence and suitability of decentralization reform being provided in Ukraine, in particular its impact on the further development of rural areas. The main attention is focused on the issues of land relations as an effective management tool of the newly created united territorial communities. The modern state of functioning and activities of personal peasant households as representatives of small agribusiness on rural areas in Ukraine are presented. The question of appropriateness of local agro-food markets formation for the purpose of agricultural products realization is highlighted. Article deals with possible threats in the process of unification of territorial communities, such as insufficient attention focused on issues of ecological state in those territories, along with their socio-economic development. It is considered the European experience of local government reforms, particularly the peculiarities of the smallest administrative units functioning in the Republic of Poland — gminas. The results of administrative-territorial reform in Ukraine are summed up and it is highlighted information concerning the formation and functioning of united territorial communities in all regions of Ukraine.

К е у в о р д с: decentralization reform, rural areas, land relations, united territorial communities, personal peasant households, agricultural production.

Kovalenko I. Structural and functional links in forest ecosystems in the national natural park «Desniansko-Starohutskyi» // *Agroecological journal*. — 2016. — No. 3. — P. 13–18.

Sumy National Agrarian University

e-mail: kovalenko_977@ukr.net

The species composition of grass and subshrub layer of basic forest phytocenoses in the north-eastern part of Ukraine is analyzed. Six classes of forest vegetation are identified according to the ecological-floristic classification in the studied region. A revision of plant species characteristics is made for them. It is found that typical plants of grass and subshrub layer are characterized by broad ecological amplitudes with respect to the main environmental factors (temperature, humidity, continentality). On the basis of data on individual ecological optimum of plant, one can expect the growth in the share of hydrophilic and thermophilic species along with the corresponding decrease in xerophilous and boreal plant species in grass and subshrub layer of forest ecosystems in the north-eastern part of Ukraine.

К е у в о р д с: functional relations, grass and subshrub layer, syntaxons, characteristic species.

Pavlenko A.¹, Lisovi M.², Chaika V.² Reaction of carnivorous animal populations on environmental measures // *Agroecological journal*. — 2016. — No. 3. — P. 19–23.

¹ *State Environmental Inspectorate in Chernihiv region*

² *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

e-mail: lisova106@ukr.net

In the context of Chernihiv region for 21 years the total area of protected areas has increased by 189%.

The presence of a strong correlation between the increase in the area of territories with environmental status and the number of raccoon dog population, which has grown by 277% is ascertained. At the same time there is no direct correlation between the increase in protected areas and number of wolf and fox population. These differences, in our opinion, are due to the peculiarities of ecology animal species studied and the nature of human pressure on them during the hunt and destruction as «harmful» animals. In the absence of national biological monitoring to assess the ecological status of ecosystem stability, it is advisable to use a multi-year inventory of theriofauna.

Key words: biodiversity, conservation *in-situ*, population size, predatory animals, wolf, fox ordinary, raccoon dog.

Korneliuk N.¹, Koniakin S.², Hrodzyska A.^{2,3} The content of heavy metals in the leaves of *Tilia cordata* Mill. and in the soils of urban ecosystems of Cherkasy city // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 24–32.

¹ *Cherkassy State Technological University*

² *Institute for Evolutionary Ecology, National Academy of Sciences of Ukraine*

^{2,3} *M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine*
e-mail: nkornelyuk@ukr.net

The growth of technogenic impact on urbo-landscapes is accompanied by man-made contamination of the environment. Among the most toxic and widespread pollutants of the urban ecosystems an important place belongs to heavy metals. The soil is the main source of accumulation of heavy metals and its uptake by the biota objects, including plants. Elevated concentrations of heavy metals in plant products, in turn, lead to intoxication of people and animals. Toxicity of heavy metals due to their biological activity and availability, resistance of their compounds in the environment, the possibility of small concentrations cause significant negative effects. For the city of Cherkasy the main polluters of the environment with heavy metals are the subsidiary of Cherkasy thermal power (accounting for 75% of the total amount of heavy metals emitted, and contribution of thermal power for emission of Pb, Cu and Zn reach 85%) and automobile transport. It should be noted that the city of Cherkasy (population 285.000 people) is an important economic center of Ukraine, with well-developed chemical and automobile industries. With atomic absorption spectroscopy the content of heavy metals (Cu, Zn, Pb and Cd) in the leaves of bio-indicator species *Tilia cordata* Mill. and soils from 24 localities of the city of Cherkassy was examined. The general content of the leaf biomass and soils from different localities of the degree of technogenic pollution of heavy metals are arranged in a sequence Zn > Cu > Pb > Cd. In the city the content Pb and Cd in soils

were below the MPK (maximum permissible concentration). Apparently, the content of copper and zinc soils, first of all, caused by pollution of chemical plants emissions, lead, due to industrial and transport factors and cadmium, of the distances to highways. The data obtained suggest that small-leaved linden (*T. cordata* Mill.) is as a representative species for bio-indication of heavy metals pollution in urban territories

Key words: heavy metals, bio-indication, *Tilia cordata* Mill., technogenic contamination.

Dovhal H., Voloshyna N. Impact of regional weather anomalies on the agroecosystems of the Left Bank Forest Steppe // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 32–38.

National Pedagogical University named after M.P. Draghomanov

e-mail: anna.dovgal@rambler.ru

Importance of the territory climatic conditions as unpredictable dynamic changes problem that forms a threat to the development of the agricultural sector of the country was investigated. The problem comes from the fact that for food security of agricultural ecosystem it is rather vulnerable to change of climatic parameters, and agriculture belongs to branches which are especially sensitive to climatic changes impact. We analyzed long-term data figures for the period 1995 to 2014, which describe the temperature and moisture regime of Lubny (Poltava region). The main trends and patterns of their dynamics were established, the degree of deviation from the long-term norm was given. The author determined the relationship of the territorial climatic conditions changes and agricultural ecosystem performance and stability and also the potential consequences of the adverse effects. As a result, it was found that the expansion of the growing season crops, due to the increase in temperature and the average value of the classical heat supply plant index, may impair the stability of the agricultural ecosystem complex and reduce its performance. At the same time, one of the adapting agricultural production ways to climate change, which does not require any additional costs, is to optimize the placement of crops due to the harmonization of the production specialization ratio in accordance with the area conditions.

Key words: climatic conditions, agricultural ecosystem, productivity, crop.

Feshchenko V., Hurelia V. Regularities of ¹³⁷Cs transition into meadow vegetation in flood-plain soils // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 38–44.

Institute of Agriculture Polissia

e-mail: ekostart@yandex.ua

The studies results of radical improvement of polluted agro-ecosystems in Ukrainian Polissya as a result of the Chernobyl accident are given. It was found that the main factors of influence on ¹³⁷Cs flow

from soil of contaminated agricultural land is a plant species composition, physico-chemical properties of the soil and weather conditions. The necessity of continuous monitoring and scientific support of the development and implementation of countermeasures is substantiated. It is proved that the use of modern technologies and maintenance of profitable agricultural production is the best way to rehabilitate contaminated areas.

Key words: contamination, herbage, rehabilitation of agricultural production, the Ukrainian Polissya, countermeasures.

Demyanyuk O., Sherstoboieva O., Klymenko A., Chabaniuk Ya. Influence of hydrothermal regime of vegetation on the ecological state of soil and corn yield // *Agroecological journal*. — 2016. — No 3. — P. 45–50.

Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

e-mail: demolena@ukr.net

In a field experiment it has been found that the biological activity of the soil under agriculture, as an indicator of its ecological health, depends much on the weather. In extreme excessive humidity and temperatures exceeding average 2–5°C for periods compared to the same hot, but arid periods the number of total microbial mass increases in soil, synthetic processes are intensified and carbon emissions are activated. Accordingly, the yield of green mass of corn is raised, though grain yield reduces significantly. In the year of high temperature and lack of providing moisture harvest of green mass reduces significantly, but the crop is formed at the level of optimal under the weather conditions of the year, due to relative drought-resistance of the crop.

Key words: biological activity soil, weather conditions, hydrothermal coefficient, corn, crop.

Arystarkhova E. Features of the determination of drinking water toxicity // *Agroecological journal*. — 2016. — No. 3 — P. 50–55.

Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academie of Agrarian Sciences of Ukraine

e-mail: earistarkhova@yahoo.de

The article is devoted to the problem of the determination of drinking water toxicity in the system of water supply of Zhytomyr city. An increase of reliability of control of drinking water quality is especially important in the conditions of tense ecological situation. That's why it is expediently to apply so-called sets of test-organisms in which the representatives of vegetable and animal forms have to become as obligatory components for determination of water ecotoxicological potential. The results of such a biological testing enable more fully to estimate influence of con-

taminants on living creatures. It was suggested during the leadthrough of quality testing of drinking water to use *Daphnia magna* Straus and *Tradescantia fluminensis* Vellozo in the presented researches. On the basis of test-objects reactions the index of drinking water toxicity was calculated. The harmful influence of water secondary pollution on the living organisms (index of toxicity 50%, group D1) is noted. It was found out the specificity of sensitiveness of tradescantia (on 8th day) and daphnia (on 15th day) to chronic effect of drinking water components.

Key words: drinking water, secondary pollution, ecotoxicological potential, biotesting, daphnia, tradescantia, index of toxicity, chronic effect.

Korsun S.¹, Dovbash N.¹, Oliferchuk V.² Dependence of soil biological activity on ecotopes contamination with heavy metals // *Agroecological journal*. — 2016. — No 3. — P. 56–61.

¹ *NSC «Institute of Agriculture of National Academy of Agricultural Sciences»*

² *National Forestry University of Ukraine*

e-mail:KorsunS@i.ua

Research was carried out on the basis of long experience in the small plot of gray forest loam soil to be extended in a systematic pollution agroecotopes by lead, cadmium, zinc. The set of changes in the properties of microbial coen of gray forest loam soil in condition of contamination ecotops with pollutants was ascertained. With the growth concentration of lead, cadmium, zinc in gray forest loam soil there was a decrease in the activity of cellulose-digesting microorganisms, inhibition of soil respiration rate, and a trend for increasing of nitrifying microorganisms. Violation of the natural concentrations of heavy metals in the gray forest soil was accompanied by changes in the species composition of micro-mycetes. The excess of toxicants natural background caused an additional increase in the number of pathogenic species of the genus *Fuzarium*, *Zygomycetes* family, in particular, species *Rizopus* and the appearance of «melanization soil» effect.

Key words: microbiocenosis soil, biological activity of soil, corn, heavy metals, agroecotope.

Vorotyntseva L. Soil and land reclamation indicators of typical chernozem according to drip irrigation // *Agroecological journal*. — 2016. — No. 3. — P. 62–68.

NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research

named after O.N. Sokolovsky»

e-mail: chief_chief@mail.ru

The article gives the results of monitoring studies on the effect of drip irrigation by mineralized water on such soil-reclamation indicators of chernozem ordinary of Northern Steppe as salt regime, the composition of absorbed cations, humus content, nutrient

status, bulk density, particle size and microaggregational composition. For irrigation we used water from the local pond, which was characterized by a weak alkaline reaction (pH 7.6–7.7) and mineralization 2.1–2.3 g/dm³. Investigations were carried out under a unit of vegetable crop rotation, followed by such alternating crops as 1. Tomatoes, 2. Onions, 3. Peppers. The local nature of moistening under drip irrigation leads to a diversity and spatial differentiation of soil-reclamation rates in the interval of feed-row-row spacing. With this method of irrigation in chernozem ordinary there is intensification of salinization and alkalinity processes (the formation of bands with a high content of soluble salts and sodium absorption), especially in the area of irrigation band. Long-term irrigation led to a decrease in the total humus content, increase in weight of particle size distribution to medium loamy due to the growth of silt fractions and fine dust, destruction and reducing the stability of the microstructure. To assess the impact of the intensity and extent of changes in soil properties in order to prevent local manifestations of degradation processes and reducing the fertility of chernozem ordinary it is necessary to carry out systemic monitoring observations.

Key words: salinization, drip irrigation, local hydration, mineralized water, alkalinity, chernozem ordinary.

Vasylenko M.¹, Zosimov V.², Dmytrenko O.², Shylo L.², Kostiuhenko M.² Radiological contamination of soils in Kiev region after 30 years of the Chernobyl accident // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 68–73.

¹ Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

² State Institution «Institute for Soil Protection Ukraine»

e-mail: kievodptc@ukr.net

The studies summarized and analyzed the results of radiological contamination of soil in Kiev region over thirty years after the Chernobyl accident. These findings on individual farms and areas were to determine the concentrations of radiological (radioactive) contamination of agricultural lands of Kiev region. It is found that the radiation situation is somewhat improved.

Key words: radionuclide contamination, the content, the soil condition, the study results.

Biliavska L. Impact of metabolic biopreparations based on soil streptomycetes on productivity of spring wheat // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 74–83.

Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine

e-mail: bilyuvskal@ukr.net

It has been established the new multifunctional metabolic bioformulations based on a set of biologically active substances from soil streptomycetes Avercom, with the addition of elicitors of salicylic acid or chitosan, Violar and Phytovit promote the growth of microorganisms of major ecological and functional groups in the root area of spring wheat, and they increase the activity of the enzyme phenylalanine-ammonia-lyase (PAL) in plant cells that indicates the induction of plant resistance to pathogens. This reduces the destruction of plants of spring wheat by the root rot and plant-parasitic nematodes. As a consequence of the action of Avercom nova-2, Violar and Phytovit the grain yield increased by 16.9–32.5% relative to control and 10.9–25.7% compared with chemical disinfectant Vitavaks 200 FF. At the same time the quality grain and proficiency were increased. The reduction of pesticide load on agroecosystems, an improvement of the ecological condition and the raise of productivity of agroecosystems can be achieved by using the new multifunctional metabolic bioformulations.

Key words: metabolic bioformulations, soil streptomycetes, inductors of plant resistance, spring wheat, root rot, parasitic nematodes, rhizosphere microorganisms, efficiency, productivity.

Kolomiets Yu.¹, Hryhoriuk I.¹, Butsenko L.², Biliavska L.² Systemic effect of microbial preparations on causative microorganisms of bacterial diseases of tomato plants // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 83–89.

¹ National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

² Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine

e-mail: julyja@i.ua

Biologicals Phytohelp, Phytocide and Ekstrasol, based on the bacteria *Bacillus subtilis*, showed different antibacterial activity to phytopathogens, due to the peculiarities of used strains, cells titer and concentration of biologically active products of microorganisms. Biologicals Phytohelp and Phytocide showed high antibacterial activity against the agents of bacterial cancer *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* and bacterial black spotting *X. vesicatoria*, and the no growth zone diameter ranged from 73 to 80 mm. Under these conditions no growth zone diameter of the studied strains *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* and *X. vesicatoria* for microbiological preparation Ekstrasol did not exceed 40 mm. Among these preparations more active against bacterial speck of tomatoes *P. syringae* pv. *tomato* was microbial preparation Ekstrasol no growth zone diameter of which was 23±3.0 mm. Biological Azotofit, based on cells of nitrogen-fixing bacteria *Azotobacter chroococcum*, showed high antibacterial activity against the agent of bacterial cancer *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*, no growth zone diameter was 78±2.0 mm. This

preparation was middle-active against the agent of bacterial black spotting *X. vesicatoria* and showed no activity against the agent of bacterial speck of tomato *P. syringae* pv. *tomato*. It was revealed that the most active against the agents of bacterial black spotting and bacterial cancer are biologicals Phytocide and Phytohelp, based on the bacteria *Bacillus subtilis* that are recommended by us for use in the manufacture.

Key words: Biological product, tomato, anti-bacterial activity, bacterial diseases.

Sliusar I., Bohaty L. Influence of basic cultivation and fertilization on corn yield on irrigated soils of the Forest Steppe // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 89–94.

*NSC «Institute of Agriculture NAAS» of Ukraine
e-mail: Lyudmilaya7@mail.ru*

The study was conducted during the 2013–2015 yy on drained peatlands of Panfylska research station NSC «Institute of Agriculture NAAS» (floodplain Supy, Yahotyn district, Kyiv region). Scheme experiment had three main methods of tillage: zero tillage (Roundup – 5 kg/ha), 10–12 cm disking, plowing at 25–27 cm; tillage imposed on this scheme fertilizer, without fertilizer (control), humisol, reacom, K₉₀, R₄₅K₁₂₀, N₄₅P₄₅K₁₂₀, N₄₅P₄₅K₁₂₀ + Reacom. On plant growth and development was the main influence of tillage. The worst development of plants was observed under the zero tillage which averaged 226 cm, disking the soil 10–12 cm in corn helped improve growth corn and ensured increasing altitude plants relative to the zero tillage 6%, and the plowing of plant height average was 11% higher compared with zero cultivation. The most effective basic soil carbonate oldplowed peat under maize silage was plowed to a depth of 25–27 cm, which provides productivity gains for the complete mineral fertilizer disking against 2.7 t/ha as against zero cultivation – 10.6 t/ha silage. The greatest influence on the formation of silage corn was made by a complete fertilizer (N₄₅P₄₅K₁₂₀) combined with reacom independently of the main cultivation, making only humisol reactions or increase yields provided for plowing by 6.8–8.9 t/ha; disking – 3.9–2.3 zero tillage – 1.3–6.2 t/ha silage. In this regard, to obtain high and stable yields of corn silage on peat soils one should examine and identify the impact of basic soil and fertilizers in peat soils of Forest-steppe.

Key words: drained soils, peatlands, primary tillage, fertilizer, corn.

Dubovy V., Parfeniuk S. Peculiarities of cold resistance and methods of ecological assessment of frost resistance of winter grain crops // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 95–100.

*Zhytomyr National Agroecological University
e-mail: vidubovy@gmail.com*

The article gives analysis of existing problems of winter crops hardiness (wheat, rye, triticale) and

methods of assessment their frost hardiness. Based on the results we suggested an improved method of environmental assessment and selection by frost, winter hardiness of winter crops on the basis of temperature and light factors during the autumn growing season, data monitoring and forecasting features wintering in specially created extreme natural conditions. Research was carried out in the forest-steppe (Myronivka Institute of Wheat named. V.N. Remeslo) and continued in terms of Polissia (Zhytomyr National Agroecological University). Some of the determining factors affecting the level of preparedness of winter crops to winter are temperature and light conditions during autumn vegetation season as well as different technological factors that determine metabolic activity in plants while entering into winter. Obviously, an important role in survival of winter crops plays accordance of genetically determined ability of the sort to resist variety of unfavourable conditions and peculiarities of different agro-ecological systems in which it is grown. In some years crops were damaged dramatically. Unfortunately, despite many scientists' long-term efforts there is no significant practical progress in solving this problem. This situation requires a search for new or improvement of existing concepts as for the frost, winter resistance of winter crops. The system of monitoring and forecasting of wintering of plants needs to be improved. The study of methods of environmental assessment of frost and winter resistance of winter crops in the conditions of steppe and woodlands showed that organic combination of created provocative temperature with field soils contribute to the effective assessment and selections of plants whose generation can be the source of material to create new frost, winter resistant varieties. In terms of climate change and the economic crisis introduction of assessment methods will make it possible to improve the environmental performance of selection significantly.

Key words: frost, winter hardiness, winter crops (wheat, rye, triticale), extreme environmental conditions, paper rolls, ground tub.

Derevianko N.¹, Brazhko A.¹, Zavgorodnii M.¹, Vasilieva T.² Effectiveness and safety of new plant growth stimulators based on derivatives of heteryl-carboxylic acids // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 100–103.

¹ *Zaporizhzhya National University*

² *PI «Chortizkiy National Education and Rehabilitation multycenter» ZRC*

e-mail: pechar@ua.fm

The research examines the impact of new growth stimulants manufactured from acid salts heterylcarbon on division and cell growth kind of shoots *Cucumis* sp. (Variety «Competitor»). These studies make it possible to assert that the use of growth regulator established on the basis heterylcarbon acids for growing agricultural products are appropriate in view of the

fact that he has expressed growth stimulating properties and can increase the length of the main root, the number of lateral roots, accelerate growth and development hypocotyls and leaves, and these factors in turn increase the viability of plant family Cucurbitaceae. Safety of this class of compounds was proven in mice. The created regulator of growth, on the basis of heterylcarbon acids practically is not toxic (V class of toxicness), that allows this class of substances to examine as potential growth regulators of plants. Also, this compound showed good antioxidant activity. Accrued regulator of growth, in a concentration 10 mg/l, substantially increased length of mainroot, amount of lateral chums, accelerated a height and development of hypocotyl and leaves.

Key words: growth regulators, heterylcarbon acid, growth stimulating activity, plant family Cucurbitaceae, antioxidant activity, toxicity.

Svechkova N.¹, Sydorov M.², Stadnyk A.¹ Influence of biologically active additives on the fertility of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 104–110.

¹ Institute of Agroecology and Environmental of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

² Institute of Fisheries of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

e-mail: oleknataly@rambler.ru

One of the most important functions of humic substances is a stimulation and activation of physiological and biochemical processes in living organisms. Channel catfish (*Ictalurus punctatus*) — one of the main objects of commodity production in different countries, the value of the fish is a high rate of growth and the ability to adapt to growing conditions. This led to the selection the object of studies. As a result of studies we found dietary impact of feed additives humate, sodium humate potassium Vitaton drug on fertility and growth of different age groups of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). The use of biologically active substances contributes to the preservation of larvae channel catfish at 16–25%. Feeding larvae feed with biologically active agents increases their growth rate and increased average daily gain at 26–63%. The maximum effect of the use of drugs is observed in the second half pidroschuvannya. Under the same dose of preparations using humate potassium in their composition was proved to be the most effective.

Key words: humic substances, feed additive, organic matter, channel catfish.

Brovko I., Chabaniuk Ya., Mazur S., Yashchuk V. Biosensor properties of soil microbiota under the action of pesticides // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 111–116.

Institute of Agroecology and Environmental of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

e-mail: nauka25@ukr.net

The prospects of test strips using for evaluation of different class pesticides toxicity in relation to the soil microbiocenosis, which are actively used in agronomic practice in Ukraine, are found out. The aim of the study was to select of the optimal biosensor cultures to assess the toxic effect of pesticides using test strips. Some microorganisms are sensitive to certain pesticides and demonstrate that each test culture reacts differently to their application.

Key words: pesticides, bioassay, microbiota, biosensor test culture, *Azotobacter*.

Krutyl D.¹, Nadkernychna O.¹, Sherstoboieva O.² The diversity of bean nodule bacteria in Ukrainian agrocenoses // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 117–125.

¹ Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

² Agroecology and Environmental Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

e-mail: krutilod@mail.ru.

The aim of our work was to study the diversity of beans nodule bacteria in the natural populations of rhizobia and spend their serological and genetic typing. Beans rhizobia were isolated from bean nodules which were grown in soil samples selected in different regions of Ukraine. Morphological, cultural and physiological properties of rhizobia were studied using standard methods. The diversity of beans nodule bacteria was assessed using a serological method. The restriction analysis of the intergenic region of the ribosomal cluster (ITS) was carried out with the use of restriction endonucleases MspI, HaeIII, NdeII. Fifty strains of beans nodule bacteria were isolated from soils of different regions of Ukraine. Biological diversity of these strains was studied. All the culture of nodule bacteria enters into a symbiotic relationship with the common beans and forms active nodules on the plant roots. These strains were identified as *Rhizobium phaseoli*. It is established that new strains of *R. phaseoli* differ in antibiotics sensitivity, serological and genetic properties. On antigenic composition investigated nodule bacteria were combined into different serological groups. The beans rhizobia, isolated from agrocenosis of Chernihiv region was the most serologically diverse. PCR-RFLP of the ITS-region showed significant genetic polymorphism of common beans microsymbionts, isolated from local populations of rhizobia. On the basis of the restriction profiles of the 16S-23S rDNA these strains were first divided into different ITS-types. It is established that division the strains on ITS-types (NdeII and HaeIII) corresponds to their division into different serological groups.

Key words: *Rhizobium phaseoli*, serological diversity, genetic polymorphism, PCR-RFLP, ITS-region.

Kopylov Ye., Yovenko A. Nitrogen-fixing microbial grouping of the root zone and buckwheat productivity under the influence of fungus *Chaetomium cochliodes* // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 125–130.

Institute of Agricultural Microbiology and Agricultural Manufacture NAAS

e-mail: evhenykopilov@mail.ru

It was established that treatment of buckwheat seeds with soil saprotroph mould *Chaetomium cochliodes* 3250 contributes to increase the number of N₂-fixing bacteria in crops root zone. Thus, the number of *Azospirillum* and *Azotobacter* cell was getting more in rhizosphere soil. The number of all studied ecological-trophic bacteria groups was getting more on the root surface simultaneously with N₂-fixation process intensification. Nitrogenase activity had grown in 1.3 times in rhizosphere soil and in 11.3 times on the root surface. The mold usage seemed to be positive to rise up the buckwheat harvest by 12.6%.

Key words: buckwheat, *Chaetomium cochliodes* 3250, N₂-fixing bacteria groups, nitrogenase activity.

Dorosh L., Peretiak T., Gudz S. Sulfidogenic activity of bacteria *Desulfomicrobium* sp. CrR3 under the influence of nitrite and sodium molybdate // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 131–135.

Ivan Franko National University of Lviv

e-mail: dorosh_lilya@ukr.net

Sulfate reducing bacteria *Desulfomicrobium* sp. CrR3, selected from the wastewater of the city, do not accumulate biomass under the influence of nitrite and molybdate ions. These substances inhibit sulfidogenic activity of bacteria *Desulfomicrobium* sp. CrR3. Addition of nitrite at a concentration of 1 mM has virtually no effect on the accumulation of biomass and hydrogen sulfide by bacteria *Desulfomicrobium* sp. CrR3. The increasing the concentration of nitrite up to 5 mM biomass accumulation of bacteria *Desulfomicrobium* sp. CrR3 was inhibited by approximately 50% while the observed decrease in efficiency of sulfate compared with control. Molybdate at a concentration of 0.5–1 mM completely inhibits the growth and sulfidogenic activity of *Desulfomicrobium* sp. CrR3. Simultaneous action of nitrite and molybdate causes almost complete inhibition of *Desulfomicrobium* sp. CrR3 growth. Under these conditions the bacteria do not reduced sulfate and as a result do not accumulate hydrogen sulfide.

Key words: nitrite, molybdate, hydrogen sulfide, sulphate-reducing bacteria, waste water.

Hrynyk I.¹, Moskalets T.², Moskalets V.² Peculiarities of forming weed consortia parameters depending on species genotype and composition of representatives of the tribe Triticeae under the ecotone Polissia-Forest-Steppe // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 136–141.

¹ *Institute of gardening of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

² *Bila Tserkva National Agrarian University*

e-mail: moskalets78@rambler.ru

The peculiarities of consortia weeds parameters formation depending on the genotype and species composition of perspective ecological and adaptive members of the tribe Triticeae were considered under ecotone Polissia-Forest-Steppe. It was found that under the conditions of Polissia-Forest-Steppe ecotone coenotic composition phytocenoses tribe Triticeae is presented by mainly terophytes, less – gemikriptophytes, kriptophytes and geophytes. It is shown that in the conditions of Forest-Steppe Polissia dominant associations weeds in crops of short stature and semi-dwarf varieties of tribe Triticeae are six dominant species communities: *Viola-Capsella*, *Matricaria-Galium*, *Elytrigia-Galeopsis*, *Chenopodium-Sonchus*, *Thlaspi-Euphorbia*; and among tall and medium growing crops there are four of them: *Cirsium-Convulvulus*, *Apera-Galeopsis*, *Elytrigia-Linaria*, *Galeopsis-Galium*. Medium-grown, intermediate varieties and lines of wheat (Zoriana Nosivska, Zirka Nosivska, Л 4639/96), rye (Olympiada 80), a three- species triticale (ПС_1-12, ПС_2-12, Vivate Nosivske, VII_1-12) are the most competitive to the development of segetal vegetation compared to other medium-grown and semi-dwarf varieties of such crops as KC 5, KC 1, KC 14 (wheat), Chaian, ДАУ 5, Д-5_2010 (*Triticale*), Borotba (rye).

Key words: parameters consortia of weeds, ecology-adaptive varieties and lines of tribe Triticeae, ecotone Polissia-Forest-Steppe.

Tertychna O., Svaliavchuk L. Prospects of ecological investigations of *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) in poultry industry // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 142–147.

Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

e-mail: olyater@ukr.net

Negative impact and consequences of the spread *D. gallinae* the conditions of production to poultry production and environmental research prospects in Ukraine were analyzed. Systematic position of *D. gallinae* and its morphological and biological features were presented. It is shown that the environmental assessment of chicken red mite populations is poorly understood in Ukraine today. The rapid development and ability to adapt to different conditions allows *D. gallinae* rapidly spread to poultry enterprises and cause harm not only to animals but also human causing the dermatitis. The problem of ectoparasites spread in poultry farms are prospective and relevant in turn requires environmental approach to its solution with all the features of population species patterns dynamics, influence of abiotic factors,

primarily temperature, which is important in terms of global climate change. It was summarized that optimal environmental parameters are favorable for the development of mite. The data of Ukrainian and foreign researchers on the effect of temperature on the development of populations of *D. gallinae* phenology and life cycle are given. Any separate mite is a potential concealer several pathogens, is the bearer of transmissible diseases and some viruses (including chickens encephalitis) and can adapt to different acaricides, insecticides and other methods to kill mites. Quick lifecycle *D. gallinae* gives it the status of a dominant pest industrial poultry. Foreign researchers recommend changing abiotic conditions in poultry houses to reduce populations of *D. gallinae*. Thus, the environmental assessment of ectoparasites populations for poultry production today requires more in-depth research in the study of synecological and autecological features of their formation.

Key words: poultry, *Dermanyssus gallinae*, environmental factors common.

Dementieva O. Drainage waste runoff of rice irrigation system as an additional reserve of irrigation water // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 148–152.

Institute of Agroecology and Environmental Management of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

e-mail: o-dementeva@mail.ua

We review the feasibility of the Dnieper water dilution with drainage and waste by 25% ad using it in technology of agricultural crops cultivation. The data of the Dnieper, drainage and mixed water quality are given. The results of the vegetation experiments showed the dependence of the yield of green mass of crops on irrigation water quality. The grain yield of rice varieties of different maturity classes are studied in dependence on fertilizers, ameliorants, the quantity and quality of irrigation water. The aim was to issue the maximum re-use of drainage waters to minimize discharge of wasteful, resource-saving and environmental protection, in particular, of the Black and Azov seas. In the laboratory studies, conducted with the purpose of hydrochemical monitoring and the quality assessment of the Dnieper, mixed (Dnieper – 75% + drainage – 25%), drainage of irrigation waters revealed their significant difference. The main problem of drainage waters is low quality. As evidenced by the data obtained under mixed water diluted with Dnieper was less aggressive in comparison with drainage and waste. Mixed and recorded in drainage waters had higher level of calcium compared to the Dnieper irrigated water, and other nutrients due to the leaching of soil dissolved fertilizers with irrigation water. According to the classification of academician A.M. Kostyakov Dnieper water is suitable (good) for irrigation. Mixed, and especially drainage water requires ongoing monitoring with the consideration of the full range of

their application. The interaction of irrigation water, mineral fertilizers and ameliorants provide high yields of rice grain. The reduction in yield when irrigation mixed with water for four years was not significant (4.9–5.1%).

Key words: irrigation water, drainage water, salinity, grain yield, total water consumption.

Mazur I. Identification conformity of wetlands biotopes of the Northwest of the Black Sea region // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 153–159.

V.O. Sukhomlynsky Mykolajiv National University

e-mail: tia.89@mail.ru

This publication presents the analysis of the mostly used international and Ukrainian classification systems for wetland areas performed for identification of different-type marsh biotopes of steppe rivers in the Northwest Black Sea Region. Among the classification systems, the most well-known are the Ramsar Classification System for Wetland Type (1971) and Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States (Cowardin et al., 1979). In these systems, valley marsh biotopes are identified as riverine and palustrine, non-tidal, unstable (perennial impounded and seasonal/intermittent) freshwater marshes on mineral rich soils predominantly covered by grasslike plants (rush, reedmace, sedge). The delta marshes of the Danube, Dniester and Dnieper are referred to as tidal brackish and freshwater marshes. According to Ukrainian classification systems for hygromorphic geosystem, marsh biotopes are regarded as mouth wetlands, which is peculiar to delta marsh areas of the Danube and Dnieper interfluvium. Thus, riverbed marshes of small and medium-sized rivers are located in other areas and are usually met both in the lower (continuous marsh areas), middle (fragmented marsh mosaic), and upper (coastland) river flow areas, which is caused by an unstable watercourse rate and transforming of their riverbed parts into marsh sections covered by eurytopic wetland species.

Key words: wetlands, classification, marshes, steppe rivers, the Northwest Black Sea Region.

Yasser Al-Husam Mohanad. Stability of spring barley varieties to the pathogen *Ustilaha muda* Kell. et Swing // Agroecological journal. — 2014. — No. 3. — P. 159–161.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

e-mail: h_m_alyassiry@yahoo.com;

hsmmohanad@gmail.com

Basend on these studies it has been found a clear manifestation of the hidden losses evident and latent spring barley varieties from the dusty smut. All studied varieties, except for Votograis, had significant losses from smut that expressed lower elements of the structure and field. The cultivars Vodogray and Eney

were not affected by loose smut. Maximum infection was observed on cultivar Sebastyan. Parameters of productivity of this cultivar were significantly decreased in result of disease in compare with cultivars Vodogray and Eney. The differences in number of heads were 65 and 45, respectively, in weight of 1000 seed — 11.74 and 8.53 g, in yield — 0.53 and 0.45 t/ha. Winter barley cultivars Fenix and Eney were recorded to have direct and indirect losses as result of loose smut infection. The productivity parameters and yield of these cultivars were also decreased. Vodograi, spring borley variety has shown high resistance to loose smut, evident and latent hidden losses, and can be recommended for production.

Key words: barley varieties bat bunt, resistance, teliospores.

Zadorozhnia H., Kvasha T., Paladchenko O. Innovative potential of the environmental component in agricultural scientific field // Agroecological journal. — 2016. — No. 3. — P. 162–168.

Ukrainian Institute of Scientific, Technical and Economic Information

e-mail: zador@uintei.kiev.ua

The questions of innovative potential of agroecological areas were shown based on the monitoring of

innovation priorities realization by the main administrators of budget money and analysis of 2956 theses in the field of «Agriculture» and «Environment» and on this basis there was formed the list of new innovation priorities. These issues are highlighted in periodicals for the first time. In terms of the approved medium-term priorities of national-level according to the strategic direction «Widespread use of cleaner production technology and environmental protection» there was gained the appropriate scientific potential for the number of theses, while the highest on the medium-term priority 6.2 «Implementation of advanced technologies of water supply, water use and sanitation» (136 theses or 38.5% of the number of the medium-term priorities profile and 6.8% of the total in the environmental field), the smallest (35 theses, or 9.9% of their number of the medium-term priorities profile and 1.7% of the total number in the environmental field) — the medium-term priority 6.4 «Application of the technologies for radioactive waste and reduce their negative impact on the environment».

Key words: innovation potential, agricultural science, Agroecological scope, priorities, creating technology, biotechnology, crops, livestock, theses, funding priorities, technological upgrades.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Ал-Ясірі Хусам Моханад, аспірант, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: h_m_alyassiry@yahoo.com; hsmm-ohanad@gmail.com

Аристархова Елла Олександрівна, кандидат біологічних наук, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: agroecology_naan@ukr.net

Білявська Людмила Олексіївна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, e-mail: bilyuvskal@ukr.net

Богатир Людмила Вікторівна, ННЦ «Інститут землеробства НААН, смт Чабани, Київська обл., e-mail: Lyudmilaya7@mail.ru

Бражко Олександр Анатолійович, доктор біологічних наук, професор, Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, e-mail: A.brazhko@mail.ru

Бровко Ірина Степанівна, Інститут агро-екології і природокористування, м. Київ, e-mail: nauka25@ukr.net

Буценко Людмила Миколаївна, кандидат біологічних наук, доцент, старший науковий співробітник, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, e-mail: secretar@serv.imv.kiev.ua

Василенко Михайло Григорович, доктор сільськогосподарських наук, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: kievodptc@ukr.net

Васильєва Тетяна Миколаївна, Хортицька національна навчально-реабілітаційна академія, м. Запоріжжя, e-mail: rzr.eko@mail.ru

Волошина Наталія Олексіївна, доктор біологічних наук, професор, Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова, м. Київ, e-mail: rector@npu.edu.ua

Воротинцева Людмила Іванівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Харків, e-mail: Chief_chief@mail.ru

Григорюк Іван Панасович, доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: rectorat@nubip.edu.ua

Гриник Ігор Володимирович, доктор сільськогосподарських наук, академік НААН, Інститут садівництва НААН, с. Новосілки, e-mail: sad-institut@ukr.net

Гродзинська Ганна Андріївна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного, м. Київ, e-mail: a.grodzinskaya@gmail.com

Гуреля Віталій Вікторович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут сільськогосподарства Полісся НААН, м. Житомир, e-mail: zhytomyr@yandex.ua

Гудзь Степан Петрович, професор, Львівський Національний університет ім. Івана Франка, м. Львів, e-mail: zag_kan@lnu.edu.ua

Дем'янюк Олена Сергіївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: demolena@ukr.net

Дементьєва Ольга Іванівна, аспірантка, Інститут агро-екології і природокористу-

вання НААН, м. Київ, e-mail: o-dementeva@mail.ua

Дерев'яно Наталія Петрівна, кандидат сільськогосподарських наук, Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, e-mail: pechar@ua.fm

Дмитренко Ольга Василівна, кандидат сільськогосподарських наук, ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, e-mail: kievodptc@ukr.net

Довбаш Надія Іванівна, ННЦ «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., e-mail: Nadezda_D@ukr.net

Довгаль Ганна Петрівна, аспірантка, Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова, м. Київ, e-mail: anna.dovgal@ Rambler.ru

Дорош Лілія Степанівна, Львівський національний університет ім. Івана Франка, м. Львів, e-mail: Dorosh_lilya@ukr.net

Дубовий Володимир Іванович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Житомирський національний агроєкологічний університет, м. Житомир, e-mail: vidubovy@gmail.com

Завгородній Михайло Петрович, кандидат біологічних наук, доцент, Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, e-mail: zavzp@mail.ru

Задорожня Галина Петрівна, кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник, Український інститут науково-технічної і економічної інформації, м. Київ, e-mail: zador@uintei.kiev.ua

Зосімов Володимир Дмитрович, ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, e-mail: kievodptc@ukr.net

Йовенко Анна Сергіївна, аспірантка, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, e-mail: mark_isgm@mail.ru; isgm@ukrpost.ua

Кваша Тетяна Костянтинівна, Український інститут науково-технічної і економічної інформації, м. Київ, e-mail: kvasha@uintei.kiev.ua

Клименко Аліна Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: alinank@ukr.net

Коваленко Ігор Миколайович, кандидат біологічних наук, доцент, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, e-mail: kovalenko_977@ukr.net

Ковальчук Неля Володимирівна, аспірантка, Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів та сільського господарства НААН, с. Самчики, Старокостянтинівський р-н, Хмельницька обл., e-mail: 1_vera_2006@ukr.net

Коломієць Юлія Василівна, кандидат біологічних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: julyja@i.ua

Конякін Сергій Миколайович, кандидат географічних наук, Інститут еволюційної екології НАН України, м. Київ, e-mail: nature19@mail.ru

Копилов Євген Павлович, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, e-mail: evhenykorilov@mail.ru

Корнелюк Надія Миколаївна, Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, e-mail: nkornelyuk@ukr.net

Корсун Світлана Георгіївна, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, ННЦ «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Київська обл., e-mail: KorsunS@i.ua

Костюченко Марина Володимирівна, ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, e-mail: kostuchenko@iogu.gov.ua

Крутило Дмитро Валерійович, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, e-mail: krutilod@mail.ru

Лісовий Микола Михайлович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: Lisova106@ukr.net

Мазур Ірина Олександрівна, аспірантка, Миколаївський національний університет ім. В.О. Сухомлинського, м. Миколаїв, e-mail: tia.89@mail.ru

Мазур Світлана Олександрівна, Інститут агроєкології і природокористування, м. Київ, e-mail: nauka25@ukr.net

Москалець Валентин Віталійович, доктор сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, e-mail: moskalets78@rambler.ru

Москалець Тетяна Захарівна, кандидат біологічних наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, e-mail: shunyascience@ukr.net

Надкернична Олена Володимирівна, доктор біологічних наук, професор, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, м. Чернігів, e-mail: mark_isgm@mail.ru; isgm@ukrpost.ua

Оліферчук Вікторія Петрівна, кандидат біологічних наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів e-mail: viktorijaoliferchuk@list.ru

Павленко Андрій Владиславович, Державна екологічна інспекція у Чернігів-

ській області, м. Чернігів, e-mail: a-pavlenko-cn@ukr.net

Паладченко Олена Федорівна, Український інститут науково-технічної і економічної інформації, м. Київ, e-mail: paladchenko@uintei.kiev.ua

Палапа Надія Василівна, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, e-mail: agroecology_naan@ukr.net

Парфенюк Сергій Миколайович, аспірант, Житомирський національний агроєкологічний університет, м. Житомир, e-mail: vidubovy@gmail.com

Перетятко Тарас Богданович, кандидат біологічних наук, доцент, Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, e-mail: Dorosh_lilya@ukr.net

Пронь Наталія Богданівна, кандидат економічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: n_gnativ@ukr.net

Свалявчук Лариса Іванівна, аспірантка, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: lorka20088@mail.ru

Свечкова Н.В., здобувач, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: oleknataly@rambler.ru

Сидоров М.А., Інститут рибного господарства НААН, м. Київ, e-mail: oleknataly@rambler.ru

Слюсар Іван Тимофійович, доктор сільськогосподарських наук, професор, ННЦ «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Київська обл., e-mail: seediz@ukr.net

Стадник Анатолій Петрович, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік ЛАН України, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: vitroplant@i.ua

Тертична Ольга Василівна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: olyater@ukr.net

Устименко Олексій Васильович, Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування НААН, с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., e-mail: ukrvilar@ukr.net

Фещенко Володимир Петрович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Інститут сільського господарства Полісся НААН, м. Житомир, e-mail: ekostart@yandex.ua

Чабанюк Ярослав Васильович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агро-

екології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: nauka25@ukr.net

Чайка Володимир Миколайович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: V_chayka@mail.ru

Шерстобоева Олена Володимирівна, доктор сільськогосподарських наук, професор, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ. e-mail: ovsher@ukr.net

Шило Любов Григорівна, ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, e-mail: kievodptc@ukr.net

Ящук Володимир, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: nauka25@ukr.net

ДО УВАГИ ПЕРЕДПЛАТНИКІВ!

Триває передплата

«АГРОЕКОЛОГІЧНОГО ЖУРНАЛУ»

на 2016 рік

«Агроєкологічний журнал» — щоквартальний науково-теоретичний часопис, засновниками якого є Інститут агроєкології і природокористування Національної академії аграрних наук України, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України».

«Агроєкологічний журнал» публікує:

- *статті, присвячені актуальним дослідженням у галузі агроєкології;*
- *науково-методичні праці;*
- *теоретичні розробки з викладенням нових гіпотез, принципів, підходів до розв'язання агроєкологічних проблем;*
- *оглядові статті з найактуальніших проблем аграрної науки;*
- *позачергово статті молодих вчених та здобувачів.*

«Агроєкологічний журнал» внесено до переліку наукових фахових видань ДАК України, що публікують результати дисертаційних досліджень із сільськогосподарських та біологічних наук, і до міжнародних інформаційних та наукометричних баз Research Bib Journal Database (Японія), РІНЦ (Російська Федерація), Index Copernicus (Республіка Польща), Google Scholar (США), Ulrich's Periodicals Directory (США)

Передплатити «Агроєкологічний журнал» можна в усіх пунктах передплати та відділеннях зв'язку

Передплатний індекс журналу 23828