

**Зміст електронного журналу**  
**«Наукові доповіді НУБіП України»**  
**№ 4 (86) (Серпень), 2020**  
**Рекомендований до видання Вченою Радою НУБіП України**  
**протокол № 11 від 24 червня 2020 р.**

**Біологія, біотехнологія, екологія**

- 1. Корольова О. В.** Гриби класу Dothideomycetes лучних та прибережно-водних угруповань степової зони України
- 2. Мазур І. О.** Еколого-фітоценотичний статистичний аналіз плавневих біотопів річок Тилігуло-Бузького межиріччя
- 3. Бугина Л. М., Паллаг О. В., Рукавчук Р. О., Бойко Н. В.** Аналіз мікробіому листкових поверхонь рослин Закарпатського регіону
- 4. Кругляк Ю. М.** Водний режим листків рослин роду *Deutzia* Thunb. у зв'язку з їх посухостійкістю в умовах інтродукції у північній частині Лісостепу України
- 5. Бунас А. А., Ткач Є. Д.** Вплив мікроорганізмів з фунгіцидною та інсектицидною діями на біологічну активність ґрунту кореневої зони кукурудзи
- 6. Малишевська О. С.** Еколого-гігієнічна оцінка сорбентів із перероблених полімерних відходів
- 7. Теличко Л. П.** Аналіз ризосферного мікробіому цукрової кукурудзи за впливу хімічних і біологічних протруйників
- 8. Кашпарова О. В., Хомутінін Ю. В., Теїєн Х.-К., Гудков І. М.** Виведення <sup>137</sup>Cs з організму Карася срібного (*Carassius gibelio*) за температури води 5 °С
- 9. Зеленіна О. М., Остапів Д. Д., Дронь І. А., Самарик В. Я., Косенко Ю. М., Влізло В. В.** Активність трансаміназ і вміст білірубіну у крові щурів за введення антибіотика енрофлоксацину, нанополімеру ПЕГ-400 та їх комплексу

**Агрономія**

- 10. Марченко Д. І., Цюк О. А.** Винос елементів живлення бур'янами з ґрунту агрофітоценозу сої
- 11. Єщенко В. О., Коваль Г. В., Накльока Ю. І., Карнаух О. Б.** Недобір врожаю ячменю ярого через бур'яни залежно від інтенсивності основного зяблевого обробітку ґрунту

- 12. Асанішвілі Н. М.** Формування та функціонування фотосинтетичного апарату рослин кукурудзи за впливу елементів технології вирощування в Лісостепу
- 13. Мельник О. В., Дрозд О. О.** Інтенсивність дихання, етилен-активність і тепловиділення груш сорту Яніс залежно від післязбирального охолодження й обробки інгібітором етилену
- 14. Гончар Л. М., Мазуренко Б. О., Пономаренко О. В.** Процес проростання насіння гороху за обробки насіння нанорозчином молібдену
- 15. Васишина О. В.** Мікробіологічні показники плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями

#### **Лісівництво і декоративне садівництво**

- 16. Ліханов А. Ф., Мірошник Н. В., Шевчук М. О., Дубчак М. Ю., Мазура М. Ю.** Ярусна мінливість морфометричних і фітохімічних ознак листків *Betula pendula* roth.

#### **Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва**

- 17. Семенко О. В., Вишневський Д. О., Галат М. В.** Роль прісноводних молюсків Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника у поширенні паразитарних хвороб
- 18. Литвиненко В. М., Литвиненко С. М., Вергелес О. О., Фесюк Р. О.** Продуктивність великої рогатої худоби за згодовування кормової добавки Імунобактерин-Д з вмістом *Saccharomyces cerevisiae*
- 19. Кучерук М. Д.** Гігієнічне обстеження води та ґрунту птахогосподарств України

#### **Техніка та енергетика АПК**

- 20. Головач В. М., Сірко З. С., Стариш Е. А., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л.** Система автоматичного контролю факелу горіння під час спалювання газу у виробництві деревинностружкових плит

## **Biology, biotechnology, ecology**

1. **Korolyova O.** Dothideomycetes of meadow and coastal-water communities of the steppe zone of Ukraine
2. **Mazur I.** Ecological and phytocenotic statistical analysis of marsh biotopes of the Tylihul-Southern buh interfluve's rivers
3. **Bugyna L., Pallah O., Rukavchuk R., Boyko N.** Analysis of the microbiom of leaf surfaces of natural plants of the Transcarpathian region
4. **Krugliak Yu.** Water regime of the leaves of plants of *Deutzia Thunb.* genus due to their drought tolerance in the conditions of introduction in the northern part of the forest-steppe of Ukraine
5. **Bunas A., Tkach E.** Effect of microorganisms with fungicidal and insecticidal actions on biological activity of soil of root zone of maize
6. **Malyshevska O.** Ecological and hygienic evaluation of sorbents recycled plastic waste
7. **Telichko L.** Analysis of rhizosphere microbiome of sugar maize under the influence of chemical and biological seeds treatment pesticides
8. **Kashparova O., Khomutinin Yu., Teien H.-C., Gudkov I.** Excretion of  $^{137}\text{Cs}$  from silver Prussian carp (*Carassius gibelio*) at 5 °C water temperature
9. **Zelenina O., Ostapiv D., Dron I., Samaryk V., Kosenko Yu., Vlizlo V.** Transaminases activity and bilirubin level in the blood of rats after administration of the antibiotic enrofloxacin, nanopolymer PEG-400 and their complex

## **Agronomy**

10. **Marchenko D., Tsyuk A.** Removal of weed food elements from the soil of agrophytocenoses soy
11. **Yeshchenko V., Koval H., Naklioka Yu., Karnaukh O.** Weak barley crop failure due to weeds depending on the intensity of the main tillage of the soil
12. **Asanishvili N.** Formation and functioning of the photosynthetic system of corn plants under the influence of elements of growing technology in the Forest-Steppe
13. **Melnyk O., Drozd O.** Respiratory and ethylene activity and heat release of pears cv. Yanis, treated with ethylene inhibitor depending on cooling mode
14. **Honchar L., Mazurenko B., Ponomarenko O.** Seed germination of pea by seed treatment with mo nanoparticles
15. **Vasylyshyna O.** Microbiological indicators of sour cherry fruits pre-processed by polysaccharidic compositions

### **Forestry and ornamental plants**

**16.Likhanov A., Miroshnik N., Shevchuk M., Dubchak M., Mazura M.** Layer variability of morphometric and phytochemical signs of *Betula pendula* roth. leaves

### **Veterinary medicine, quality and safety of livestock products**

**17.Semenko O., Vishnevskiy D., Galat M.** The role of freshwater musculus of the Chernobyl zone of radioactive pollution in the dissemination of parasitic diseases

**18.Lytvynenko V., Lytvynenko S., Verheles O., Facuk R.** Productivity of bovine animals with feeding of feed supplement Immunobacterin-D with *Saccharomyces cerevisiae*

**19.Kucheruk M.** Hygienic inspection of water and soil on Ukrainian poultry farms

### **Engineering**

**20.Golovach V., Sirko Z., Starish E., Torchilevskij D., Kisil L.** Time of gas combustion in the production of chipboards

Корольова О. В.

УДК 582.282

**ГРИБИ КЛАСУ DOTHIDEOMYCETES ЛУЧНИХ ТА ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНИХ УГРУПОВАНЬ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ****О. В. КОРОЛЬОВА**, кандидат біологічних наук, доцент*Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського**E-mail: koroleva1975@gmail.com*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.001>

**Анотація.** У статті розглядається видовий склад грибів класу *Dothideomycetes* та його структурні характеристики в умовах лучних та прибережно-водних угруповань степової зони України. Матеріалами роботи стали оригінальні мікологічні збори, виконані у рамках мікологічного обстеження цієї території протягом 2008-2019 рр., а також матеріали гербарію Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України (KW). Збирання, гербаризація та ідентифікація зразків виконані за загальноприйнятими методиками камеральної обробки мікроміцетів. Під час ідентифікації видів використано метод світлової мікроскопії. У результаті наших досліджень встановлене видове різноманіття локулоаскоміцетів, яке включає 32 види з 13 родів 9 родин 2 порядків 2 підкласів класу *Dothideomycetes*. Характерними рисами таксономічної структури дослідженої мікобіоти є переважання представників порядку *Pleosporales* (30 видів), родини *Leptosphaeriaceae*, роду *Leptosphaeria* (10 видів). У екологічній структурі виявленого видового складу переважають герботрофи, асоційовані із трав'янистими рослинами (представники родів *Leptosphaeria*, *Pleospora*, *Orhobolus* тощо). Виявлені види грибів утворюють консортивні зв'язки з 35 видами вищих рослин з 25 родів 16 родин, причому більшу кількість мікроміцетів відмічено на рослинах родини *Asteraceae*. На формування своєрідних видових комплексів локулоаскоміцетів мають вплив різноманітність фітоценотичних умов угруповань та склад рослин-субстратів.

**Ключові слова:** *Dothideomycetes*, видовий склад, таксономічна структура, лучні угруповання, прибережно-водні угруповання, степова зона

**Актуальність.** Специфіка географічного розташування та особливості екологічних умов степової зони України сприяли розвитку багатой та оригінальної флори судинних рослин, що утворює різноманітні комплекси рослинності, які відрізняються ценотичною розмаїтістю, екологічною та генезисною неоднорідністю.

Базуючись на даних наших попередніх досліджень [1], можна стверджувати, що біотопах різних типів рослинності під впливом ценотичних та екологічних умов складаються характерні комплекси видів мікроміцетів, які відрізняються один від одного за систематичною та екологічною структурою. Інвентаризація компонентів біоти (в

Корольова О. В.

тому числі і мікроскопічних грибів) в складі різноманітних природних біотопів степової зони є актуальним питанням, і найменш обстеженими на даний момент залишаються лучні та прибережно-водні угруповання.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Природна степова рослинність дослідженої території представлена лучними, петрофітними, різнотравно-злаковими, злаковими, піщаними, полиново-злаковими, полиновими степами [2, 3]. Природні ліси на території степової зони України мозаїчно зростають в заплавах річок, у балках, а також на надлучних піщаних терасах річок [4]. Вивчення видових комплексів локулоаскоміцетів у степових та лісових угрупованнях показало, що із цими біотопами не тільки пов'язана значна кількість видів цих грибів [5, 6], але і спостерігається значна відмінність їх видових спектрів. Лучна рослинність у структурі природного і квазіприродного рослинного покриву України включає материкові (позазаплавні) і заплавні луки. Лучні рослинні угруповання розвиваються в різних екологічних умовах від ксерофітних до гігрофітних [4]. Прибережно-водна рослинність охоплює водну та наземну рослинність, що знаходиться в контакті з водою та приурочена до прибережної зони [4]. Отже, в таких неоднорідних умовах можна очікувати на формування досить

своєрідних видових комплексів мікроміцетів, в першу чергу – консортивно пов'язаних із вищими рослинами.

**Мета дослідження** – встановлення видового різноманіття та таксономічної структури грибів класу Dothideomycetes (далі – локулоаскоміцетів) в лучних та прибережно-водних рослинних угрупованнях на території степової зони України.

**Матеріали і методи дослідження.** Матеріалами роботи стали оригінальні мікологічні збори, виконані протягом 2008-2019 рр. в угрупованнях природної лучної та прибережно-водної рослинності в межах степової зони України (у тому числі – на територіях степових заповідників), а також матеріали гербарію Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України (KW). Збір мікологічних зразків здійснювався шляхом маршрутно-експедиційного обстеження території. Збирання, гербаризація та ідентифікація зразків виконані за загальноприйнятими методиками камеральної обробки мікроміцетів [7]. Під час ідентифікації видів використано метод світлової мікроскопії. Для ідентифікації видів рослин та грибів використані визначники і монографії вітчизняних та іноземних авторів [8-12]; видові назви судинних рослин узгоджені з довідником "Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist"

Корольова О. В.

[13], видові назви грибів – з міжнародною базою даних „Index Fungorum” [14].

**Результати дослідження та їх обговорення.** У результаті наших досліджень, в лучних та прибережно-водних угрупованнях на території степової зони виявлено 32 види локулоаскомітетів з 13 родів 9 родин порядку Pleosporales та Capnodiales з

підкласів Dothideomycetidae та Pleosporomycetidae (табл. 1) класу Dothideomycetes. Характерними рисами таксономічної структури дослідженої мікобіоти є переважання представників порядку Pleosporales (30 видів, 94 %), родини Leptosphaeriaceae, роду Leptosphaeria (10 видів, 31 %).

### 1. Кількісний розподіл видів локулоаскомітетів за таксонами у лучних та прибережно-водних угрупованнях степової зони України

Порядок	Родина	Рід	Кількість видів	% від загальної к-ті
Dothideomycetidae				
Capnodiales	Davidiellaceae	<i>Davidiella</i>	1	3,1
	Mycosphaerellaceae	<i>Mycosphaerella</i>	1	3,1
Pleosporomycetidae				
Pleosporales	Cucurbitariaceae	<i>Cucurbitaria</i>	1	3,1
	Didymosphaeriaceae	<i>Didymosphaeria</i>	1	3,1
	Leptosphaeriaceae	<i>Leptosphaeria</i>	10	31,3
		<i>Ophiobolus</i>	5	15,6
	Lophiostomataceae	<i>Entodesmium</i>	1	3,1
		<i>Lophiostoma</i>	4	12,5
	Massarinaceae	<i>Massarina</i>	1	3,1
	Phaeosphaeriaceae	<i>Phaeosphaeria</i>	2	6,2
	Pleosporaceae	<i>Pleospora</i>	3	9,4
		<i>Pyrenophora</i>	1	3,1
	Incertae sedis	<i>Didymella</i>	1	3,1
<b>2</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>32</b>	<b>100</b>

Виявлені види локулоаскомітетів були відмічені на 35 видах рослин з 25 родів 16 родин (табл. 2) та їх неідентифікованих залишках. Найбільшу кількість мікромітетів відмічено на рослинах родини Asteraceae. У екологічній

структурі виявленого видового складу переважають герботрофи, асоційовані із трав'янистими рослинами (представники родів *Leptosphaeria*, *Pleospora*, *Ophiobolus* тощо).

Корольова О. В.

## 2. Кількісний розподіл видів локулоаскоміцетів лучних та прибережно-водних угруповань степової зони України за таксонами живильних рослин

Родини та роди судинних рослин	Кількість видів	
	рослин	грибів
Asteraceae ( <i>Achillea</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Carduus</i> , <i>Centaurea</i> , <i>Galatella</i> , <i>Tanacetum</i> )	9	14
Poaceae ( <i>Elytrigia</i> , <i>Milium</i> )	3	4
Lamiaceae ( <i>Leonurus</i> , <i>Salvia</i> , <i>Thymus</i> )	3	3
Apiaceae ( <i>Eryngium</i> )	3	3
Fabaceae ( <i>Medicago</i> , <i>Verbascum</i> )	2	2
Typhaceae ( <i>Typha</i> )	2	2
Polygonaceae ( <i>Rumex</i> )	1	2
Caryophyllaceae ( <i>Silene</i> )	1	1
Euphorbiaceae ( <i>Euphorbia</i> )	1	1
Iridaceae ( <i>Iris</i> )	1	1
Juncaceae ( <i>Juncus</i> )	1	1
Limoniaceae ( <i>Limonium</i> )	1	1
Linaceae ( <i>Linum</i> )	1	1
Rubiaceae ( <i>Galium</i> )	1	1
Solanaceae ( <i>Hyoscyamus</i> )	1	1
Urticaceae ( <i>Urtica</i> )	1	1

У складі угруповань суходільних лук виявлено 19 видів локулоаскоміцетів з 8 родів 4 родин порядку Pleosporales та Carnodiales (табл. 3). У спектрі родин за кількістю видів переважає Leptosphaeriaceae (12 видів), родини Lophiostomataceae, Pleosporaceae та Mycosphaerellaceae включають від 4 до 1 виду. Серед родів найбільшою кількістю видів представлені роди *Leptosphaeria* (7 видів) та *Ophiobolus* (5 видів), решта родів (*Lophiostoma*, *Entodesmium*, *Lophiotrema*, *Mycosphaerella*, *Pleospora*, *Pyrenophora*) налічують 1-2 види. Видовий склад

локулоаскоміцетів лучних угруповань близький до такого у степових угрупованнях, але були відмічені унікальні „лучні” види, зокрема *Lophiostoma compressum*, *Entodesmium rude*, *Ophiobolus compressus*, *Mycosphaerella eryngii*, *Pyrenophora petiolorum* (табл. 3).

У галофітно-лучних місцезростаннях знайдено 9 видів локулоаскоміцетів з 5 родів 5 родин порядку Pleosporales (табл. 3). Це 3 представники роду *Leptosphaeria*, по 2 – роду *Pleospora* та *Lophiostoma*, а також одиничні представники родів *Massarina* та *Cucurbitaria*.

Корольова О. В.

### 3. Консортивні зв'язки та поширення локулоаскомітетів в лучних та прибережно-водних угрупованнях степової зони України

Назва виду гриба-консорта	Назва виду рослини	Угруповання		
		Галофітні	лучні	прибережно-водні
1	2	3	4	5
<i>Cucurbitaria pricesiana</i> Bagnis	<i>Hyoscyamus</i> sp.	×		
<i>Davidiella macrospora</i> Crous, K. Schub. & U. Braun	<i>Iris halophila</i> Pall.			×
<i>Didymella magnei</i> Feldmann	<i>Plantae indet.</i> (деревина)			×
<i>Didymosphaeria minuta</i> Niessl	<i>Juncus effusus</i> L.			×
<i>Entodesmium rude</i> Riess	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski, <i>Elytrigia</i> sp., <i>Rumex acetosa</i> L., <i>Umbelliferae</i> gen.indet., <i>Verbascum</i> sp.		×	
<i>Leptosphaeria acuta</i> (Fuckel) P. Karst.	<i>Urtica dioica</i> L.		×	×
<i>Leptosphaeria cephalariae-uralensis</i> Naumov & Dobrozr.	<i>Linum</i> sp., <i>Plantae indet.</i> (залишки)	×		
<i>Leptosphaeria doliolum</i> (Pers.) Ces. & De Not.	<i>Limonium hypanicum</i> Klokov, <i>Plantae indet.</i> (залишки)	×	×	
<i>Leptosphaeria helminthospora</i> Ces. & De Not.	<i>Artemisia campestris</i> L., <i>Poaceae</i> gen.indet.		×	
<i>Leptosphaeria kalmusii</i> Niessl ex Sacc.	<i>Artemisia</i> sp., <i>Plantae indet.</i> (трав.)		×	
<i>Leptosphaeria multiseptata</i> G. Winter	<i>Achillea millefolium</i> L.		×	
<i>Leptosphaeria suffulta</i> (Nees) Niessl	<i>Leonurus</i> sp., <i>Falcaria verna</i> L.	×		
<i>Leptosphaeria tanacetii</i> (Fuckel) L. Holm	<i>Tanacetum vulgare</i> L.		×	
<i>Leptosphaeria typhiseda</i> Petr.	<i>Typha</i> sp.			×
<i>Leptosphaeria vagabunda</i> Sacc.	<i>Plantae indet.</i> (залишки)		×	×
<i>Lophiostoma caulium</i> (Fr.) Ces. & De Not.	<i>Plantae indet.</i> (трав.), <i>Thymus</i> sp.	×	×	
<i>Lophiostoma compressum</i> (Pers.) Ces. & De Not.	<i>Compositae</i> gen.indet.		×	
<i>Lophiostoma quadrinucleatum</i> P. Karst.	<i>Euphorbia</i> sp., <i>Plantae indet.</i> (деревина)	×		
<i>Lophiostoma spiraeae</i> Peck	<i>Achillea millefolium</i> L.		×	
<i>Massarina microcarpa</i> (Fuckel) Sacc.	<i>Plantae indet.</i> (деревина)	×		
<i>Mycosphaerella eryngii</i> (Fr. ex Duby) Johanson ex Oudem.	<i>Eryngium campestre</i> L.		×	
<i>Ophiobolus acuminatus</i> (Sowerby) Duby	<i>Artemisia absinthium</i> L., <i>Artemisia vulgaris</i> L., <i>Carduus</i> sp., <i>Centaurea</i> sp.		×	
<i>Ophiobolus affinis</i> Sacc.	<i>Salvia nemorosa</i> L.		×	
<i>Ophiobolus compressus</i> Rehm	<i>Artemisia absinthium</i> L.		×	

Корольова О. В.

Продовження таблиці 3				
1	2	3	4	5
<i>Ophiobolus fruticum</i> (Roberge ex Desm.) Sacc.	<i>Plantae indet.</i> (трав.), <i>Fabaceae</i> <i>gen.indet.</i>		×	
<i>Ophiobolus ulnosporus</i> (Cooke) Sacc.	<i>Achillea millefolium</i> L.		×	
<i>Phaeosphaeria neomaritima</i> (R.V. Gessner & Kohlm.) Shoemaker & C.E. Babc.	<i>Plantae indet.</i> (залишки)			×
<i>Phaeosphaeria typharum</i> (Desm.) L. Holm	<i>Typha latifolia</i> L.			×
<i>Pleospora asperulae</i> Pass.	<i>Galium octonarium</i> (Klokov) Soó, <i>Plantae indet.</i> (трав.)	×		
<i>Pleospora herbarum</i> (Pers.) Rabenh.	<i>Artemisia vulgaris</i> L., <i>Medicago</i> sp., <i>Rumex acetosa</i> L., <i>Silene</i> sp.		×	
<i>Pleospora oblongata</i> Niessl	<i>Galatella villosa</i> (L.) Rchb.f	×		
<i>Pyrenophora petiolorum</i> (Fuckel) Feltgen	<i>Milium vernale</i> M.Bieb.		×	

У прибережно-водних місцезростаннях степової зони України знайдено 8 видів локулоаскоміцетів з 5 родів 4 родин порядків Pleosporales та Carpodiales (табл. 3). Це 3 представники роду *Leptosphaeria* (*Leptosphaeria acuta*, *L. typhiseda*, *L. vagabunda*), 2 – роду *Phaeosphaeria* (*Phaeosphaeria neomaritima*, *Ph. typharum*), а також одиничні представники родів *Didymosphaeria*, *Didymella*, *Davidiella* (відповідно *Didymosphaeria minuta*, *Didymella magnei*, *Davidiella macrospora*). Видами, що відмічені тільки у природних прибережно-водних біотопах є *D. magnei*, *Ph. typharum*, *Ph. neomaritima*, *L. typhiseda*, *D. minuta*, *D. macrospora* (див. табл. 3). В цілому, на формування своєрідних видових комплексів локулоаскоміцетів мають вплив різноманітність

фітоценотичних умов угруповань та склад рослин-субстратів.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Видова різноманітність грибів класу Dothideomycetes в лучних та прибережно-водних угрупованнях степової зони України включає 32 види локулоаскоміцетів з 13 родів 9 родин порядків Pleosporales та Carpodiales з підкласів Dothideomycetidae та Pleosporomycetidae. У складі дослідженої мікобіоти переважають представники порядку Pleosporales (30 видів), родини Leptosphaeriaceae, роду *Leptosphaeria* (10 видів).

Локулоаскоміцети лучних та прибережно-водних угрупованнях степової зони України асоційовані із 35 видами вищих рослин з 25 родів 16 родин. Найбільша кількість мікроміцетів консортивно пов'язані із представниками Asteraceae. В

**Корольова О. В.**

екологічній структурі дослідженої мікобіоти за субстратною приуроченістю переважають герботрофи.

Напрямок подальших досліджень є вивчення змін

### Список використаних джерел

1. Корольова О. В. Гриби відділу Ascomycota s.l. Нижньодніпровських арен: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.21. Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України. К., 2002. 22 с.

2. Андриенко Т.Л., Блюм О.Б., Вассер С.П. [и др.]. Природа Украинской ССР. Растительный мир / Под ред. Шеляга-Сосонко Ю.Р. К.: Наук. думка, 1985. 208 с.

3. Фіторізноманіття заповідників і національних природних парків України. Ч.2. Національні природні парки. Колектив авторів під ред. В.А. Онищенко і Т.Л. Андриенко. Київ: Фітосоціоцентр, 2012. 580 с.

4. Соломаха В.А. Синтаксономія рослинності України. Третє наближення. Київ: Фітосоціоцентр, 2008. 296 с.

5. Корольова О.В. Локулоаскомицети степових рослинних угруповань. Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. 2013. №1(13). С. 194-200.

6. Корольова О.В. Гриби класу Dothideomycetes лісових рослинних угруповань степової зони України. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Біологія. 2016. №1(71). С. 61-66.

7. Miller G. M., Bills G. F., Foster M. S. (ed.) Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2004. 777 p.

8. Васильева Л.Н. Пиреномицеты и локулоаскомицеты севера Дальнего Востока. Л.: Наука, 1987. 257 с.

9. Определитель высших растений Украины / Под ред. Ю. Н. Прокудина. К.: Наук. думка, 1987. 548 с.

10. Dennis, R.W. British Ascomycetes. Hirschberg: J. Cramer Verlag, 1978. 586 p.

11. Ellis, M. B., Ellis J. P. Microfungi on land plants: An identification handbook. London, Sydney: Croom Helm, 1987. 818 p.

таксономічної та екологічної структури комплексів грибів класу Dothideomycetes за умов антропогенної трансформації природних біотопів.

12. Sivanesan, A. The Bitunicate Ascomycetes. Lehre: J. Cramer, 1984. 701 p.

13. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. S.L. Mosyakin. Kiev: M.G. Kholodny Inst. of Botany, 1999. 345 p.

14. Index Fungorum. URL: <http://www.indexfungorum.org> (дата звернення: 20.05.2020).

### References

1. Korolyova, O.V. (2002). Fungi of phylum Ascomycota s.l. of the Lower Dnipro arenas. Thesis for a candidates degree by speciality 03.00.21 - mycology. V.G. Kholodny Institute of Botany of National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv, 22.

2. Pryroda Ukraynskoj SSR. Rastytelnyj myr (1985). K.: Nauk. dumka, 208.

3. Onyshchenko, V.A., Andrienko, T.L., ed. (2012). Phytodiversity of nature reserves and national nature parks of Ukraine. P.2. National nature parks. Kyiv: Phytosociocentre, 580.

4. Solomaha V.A. (2008). Syntaksonomiya roslynnosti Ukrayiny. Tretye nablyzhennya [Syntaxonomy of the vegetation of Ukraine. Third approach]. Kyiv: Fitosociocentr, 296.

5. Korol'ova, O.V. (2013). Lokuloaskomicety stepovykh roslynykh ugrupovan [Loculoascomycetes from steppe plants communities] Problemy ekologiyi ta oхorony pryrody texnogenogo regionu, №1(13), 194-200.

6. Korol'ova, O. V. (2016). Gryby klasu Dothideomycetes lisovyh roslynykh ugrupovan' stepovoi' zony Ukrainy [Dothideomycetes of forest plants communities of the steppe zone of Ukraine]. Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Biology, 71(1), 61–66. doi: 10.17721/1728\_2748.2016.71.

7. Miller, G. M., Bills, G. F., Foster, M. S., ed. (2004). Biodiversity of Fungi: Inventory

Корольова О. В.

and Monitoring Methods. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 777.

8. Vasylyeva L.N. (1987). Pyrenomycetu y lokuloaskomycetu severa Dal'nego Vostoka [Pyrenomycetes and loculoascomycetes of the north of the far east]. L.: Nauka, 257.

9. Prokudin, Ju. N., ed. (1987). Opredelitel' vysshih rastenij Ukrainy [Handbook of higher plants of Ukraine]. Naukova dumka, 548.

10. Dennis, R.W. (1978). British Ascomycetes. Hirschberg: J. Cramer Verlag, 586.

11. Ellis, M.B., Ellis, J.P. (1987). Microfungi on land plants: An identification handbook. London, Sydney: Croom Helm, 818.

12. Sivanesan, A. (1984). The Bitunicate Ascomycetes. Lehre: J. Cramer, 701.

13. Mosyakin, S.L., Fedoronchuk, M.M. (1999). Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev: M.G. Kholodny Inst. of Botany, 345.

14. Index Fungorum. Available at: <http://www.indexfungorum.org>

## ГРИБЫ КЛАССА DOTHIDEOMYCETES ЛУГОВЫХ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ СООБЩЕСТВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

О. В. Корольова

**Аннотация.** В статье рассматривается видовой состав грибов *Dothideomycetes* и его структурные характеристики в условиях луговых и прибрежно-водных растительных сообществ степной зоны Украины. Материалами работы стали оригинальные микологические сборы, выполненные в рамках микологического обследования этой территории в течение 2008-2019 гг., а также материалы гербария Института ботаники имени Н.Г. Холодного (КВ). Сбор, гербаризация и идентификация образцов выполнены согласно общепринятых методик камеральной обработки микромицетов. При идентификации видов использован метод световой микроскопии. В результате наших исследований установлено видовое разнообразие докулоаскомицетов, включающее 32 вида из 13 родов 9 семейств 2 порядков 2 подклассов класса *Dothideomycetes*. Характерными чертами таксономической структуры исследованной микобиоты является преобладание представителей *Pleosporales* (30 видов), семейства *Leptosphaeriaceae*, рода *Leptosphaeria* (10 видов). В экологической структуре выявленного видového состава преобладают герботрофы, ассоциированные с травянистыми растениями (представители родов *Leptosphaeria*, *Pleospora*, *Ophiobolus* и т.п.). Выявленные виды грибов образуют консортивные связи с 35 видами высших растений из 25 родов 16 семейств, причем большее количество микромицетов отмечено на растениях семейства *Asteraceae*. На формирование своеобразных видовых комплексов докулоаскомицетов имеют влияние разнообразие фитоценологических условий сообществ и состав растений-субстратов.

**Ключевые слова:** *Dothideomycetes*, видовой состав, таксономическая структура, луговые сообщества, прибрежно-водные сообщества, степная зона

## DOTHIDEOMYCETES OF MEADOW AND COASTAL-WATER COMMUNITIES OF THE STEPPE ZONE OF UKRAINE

**O. V. Korolyova**

**Abstract.** *The article considers the species composition of Dothideomycetes and its structural characteristics in the conditions of meadow and coastal- WATER plant communities of the steppe zone of Ukraine. The materials of the work were the original mycological collections performed as part of the mycological examination of this territory during 2008-2019 pp., as well as materials from the herbarium of the Institute of Botany named after M. Kholodny National Academy of Sciences of Ukraine (KW). Collection, herbarization and identification of samples were performed according to generally accepted methods of cameral processing of micromycetes. To establish the taxonomic affiliation of species, the method of light microscopy was applied. As a result of our research,, the species diversity of Dothideomycetes has been established, which includes 32 species from 13 genera, 9 families, 2 orders of 2 subclasses. The characteristic features of the taxonomic structure of the studied mycobiota are the predominance of representatives of Pleosporales (30 species), the family Leptosphaeriaceae, and the genus Leptosphaeria (10 species). Herbotrophs associated with herbaceous plants (representatives of the genera Leptosphaeria, Pleospora, Ophiobolus, etc.) predominate in the ecological structure of the identified species composition. Identified species of fungi are form consortia with 35 species of higher plants from 25 genera of 16 families, with a largest number of micromycetes observed on plants of the Asteraceae. A variety of phytocenotic conditions of communities and the composition of substrate plants are influenced by the formation of distinctive species complexes of Dothideomycetes.*

**Key words:** *Dothideomycetes, species composition, taxonomic structure, meadow communities, coastal-water communities, steppe zone*

Мазур І. О.

УДК 574.5 (477.7)

**ЕКОЛОГО-ФІТОЦЕНОТИЧНИЙ СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ  
ПЛАВНЕВИХ БІОТОПІВ РІЧОК ТИЛІГУЛО-БУЗЬКОГО МЕЖИРІЧЧЯ****І. О. МАЗУР**, кандидат біологічних наук, доцент*Чорноморський національний університет імені Петра Могили**E-mail: Imazur270289@gmail.com*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.002>

**Анотація.** Проведено еколого-фітоценотичні дослідження та статистичний аналіз рослинності плавневих біотопів річок межиріччя Тилігулу-Південного Бугу, в сучасних еколого-гідрологічних умовах середовища. Дані умови існування плавневих біотопів загалом типові для річок степової зони Європи та характеризуються нестабільністю гідрологічного режиму заплав. Відповідно, проточність та зволоженість гідротопу сприяють диференціації плавневих біотопів та їх фітоценозів.

Еколого-фітоценотичний статистичний аналіз плавневих біотопів річок межиріччя надав змогу визначити зони екологічної толерантності рослинних угруповань. В якості кількісних показників використовували фітоценотичні одиниці (точкові фітоугруповання) та їх співвідношення між річками межиріччя. Встановлено, що у зоні оптимуму знаходиться болотно-лучна рослинність на біотопах надлишкового зволоження. Так, зафіксовано приблизно рівномірне співвідношення фітоугруповань серед усіх річок регіону (20-30 % фітоценотичних одиниць гігромезофітів по кожній річці). Водна та водно-болотна рослинність на біотопах часткового обводнення, перебувають у зонах песимуму та комфорту відповідно. Розраховано, що найбільша амплітуда показників по річках зафіксована саме серед гідрофітів, оскільки на долю водної рослинності пересихаючих плавневих біотопів Тилігулу та Чичиклії припадає лише 13 % та 8 % фітоугруповань відповідно, тоді як близько 50 % – на частку Південного Бугу. Факт ценотичного збіднення водної рослинності плавневих біотопів малих та середніх степових водотоків є наслідком нестабільного гідрологічного режиму заплав та критичного пересихання їх ґрунтів, що створюють крайні, критичні умовами для вегетації рослин.

**Ключові слова:** плавні, плавневі біотопи, плавнева рослинність, Тилігуло-Бузьке межиріччя, статистичний аналіз, екологічна толерантність виду, еколого-гідрологічні зміни

**Актуальність.** Плавні, як водно-болотні угіддя, на території степової зони, є найбільш продуктивними природними комплексами. Останні, за біорізноманіттям та природними біофільтраційними можливостями не

поступаються лісам в лісостеповій та лісовій зонах [5, 9, 10]. На жаль, саме це здавна спричиняло привабливість плавневих ділянок для людини, слугуючи їй для забезпечення комунікаційних і харчових потреб

Мазур І. О.

(дичини і риби), випасів, будівельних матеріалів тощо. Надмірне антропогенне навантаження у зоні річкових заплав та аридизація клімату останніх років [8] стали найголовнішими негативними чинниками трансформацій плавнів у поля та пасовища [5, 6, 11, 12]. Досить значна сезонна пульсація гідрологічного режиму водотоків створила критичні умови для існування амфіфітів унеможливаючи їх повноцінну вегетацію.

Особливо загрозливою така ситуація є для середніх та малих річок, оскільки сучасний гідрологічний режим останніх, дозволяє віднести їх до сезонних, тимчасових степових водотоків [7]. Враховуючи значну цінність плавнів, як єдиних природних біокомплексів на території півдня України, та швидкі темпи їх деградації, останні мають бути піддані систематичним дослідженням з метою запобігання подальшої їх деструкції.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій** свідчить, що на фоні доволі детального вивчення дельтових плавнів основних річкових водотоків Північно-Західного Причорномор'я (Дубини Д. В (2004, 2006, 2007, 2013), Ю.Р. Шеляг-Сосонко (2004, 2006), З. Нойгойзлової, Т. П. Дзюби (2004), Б. О. Барановського (2005), І.О. Мазур (2017)) [1-6], плавнева рослинність середніх та малих річок

півдня України мало досліджена. Відповідно, **метою даної роботи** є еколого-фітоценотичний статистичний аналіз плавневих біотопів річок Тилігуло-Бузького межиріччя в сучасних еколого-гідрологічних умовах заплав річок.

**Матеріали і методи дослідження.** Матеріали базовані на власному фактологічному матеріалі, зібраному під час експедиційно-польових досліджень плавнів та плавневої рослинності на території Тилігуло-Бузького межиріччя у період 2017-2020 років. Дослідженням були охоплені плавневі біотопи пониззя Південного Бугу, середніх степових річок Чичиклії, Тилігулу та Кодими, що є північною межею межиріччя протікаючої у лісостеповій зоні.

Методи досліджень є стандартними у сфері польових обстежень біоти – майданчиково-реперні, трансектні, оглядові, геоботанічні тощо. Також використовували можливість сучасних картографічних і гідрологічних програм і засобів, поєднані з широковживаними методами ботанічних і екологічних досліджень, результати яких піддавали аналітичним узагальненням. Статистичний аналіз проводили на основі стандартного пакету програм «Статистика» операційної системи Excel-2019.

Під час визначенні типології фітоугруповань та їх реальних меж у

Мазур І. О.

просторі використовували поняття інвентаризаційного різноманіття за Уїттекером (1972), за яким загальне фіторізноманіття плавнів поділяли на чотири рівні [13]. Перший рівень – точкове різноманіття, під яким сприймали рослині угруповання (фітоценотичні одиниці) в межах однорідного екотопу (очеретяні, рогозові, комишеві, лепешеняково-бульбокомишеві тощо). Другий рівень – альфа-різноманіття, яке поєднує угруповання в межах біотопічно окремих місцезростань (водно-болотного, лучно-болотного, або лучного типу). Третій рівень – гамма-різноманіття, для якого характерно розгляд угруповань в межах ландшафтної типології (плавневі, лучні, степові, лісові тощо). Четвертий рівень – епсілон-різноманіття, передбачає розгляд рослинних угруповань у межах регіону (Північно-Західне Причорномор'я). З метою отримання всіх вибірок однакового розміру, використовували рясність видів в межах точкових рослинних угруповань на однорідних екотопах.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Сучасні еколого-гідрологічні умови існування плавневих біотопів річок Тилігуло-Бузького межиріччя загалом типові для річок степової зони Європи. Тож

сезонний характер стоку малих та середніх водотоків є одним із «класичних» ознак еволюції подібних річок, термінальною фазою яких в процесі аридизації та опустелювання Степу виступають пустельні біотопи.

Щорічні, досить тривалі пересихання малих річок, на фоні сучасної аридизації півдня України, сприяють пересиханню едафотопу плавневих біотопів та значним трансформаційним змінам рослинного покриву, і лише в період повені, плавнева рослинність частково відновлюється. Слід зазначити, що відсутність весняної повені у цьому році призвела до значного пересихання прикореневого шару ґрунту заплав, і як наслідок, зменшення біопродуктивності та висоти травостою.

Різномірний гідрологічний режим водотоків сприяє біотопічній стратифікації плавнів та їх біотичних фітокомплексів. Відповідно, плавні території дослідження представлені біотопами постійного та часткового обводнення, достатнього та недостатнього зволоження із відповідними типами фітоугруповань. Детальний еколого-фітоценотичний аналіз плавневих біотопів Тилігуло-Бузького межиріччя представлений у таблиці 1.

Мазур І. О.

# 1. Еколого-фітоценотичний аналіз рослинності плавневих біотопів річок межиріччя Тилігулу-Південного Бугу

<b>Біотопи постійної проточності заселені водною рослинністю</b>		
Вид фітоугруповань	Фітоценотичні одиниці із відповідним едифікаторами (% проективного покриття)	Річки
Куширово-валіснерієвий	<i>Ceratophyllum demersum</i> (30-40%), <i>Vallisneria spiralis</i> (20-30%)	Південний Буг
Рдесниково-водоперицевий	<i>Potamogeton pectinatus</i> (20-30%), <i>Myriophyllum spicatum</i> (15-20%)	Чичиклія, Південний Буг
Кушировий	<i>Ceratophyllum demersum</i> (50%)	Всі річки межиріччя
Рдесниково-Камковий	<i>Potamogeton pectinatus</i> (15-20%), <i>Zostera marina</i> (10%)	Верхів'я Тилігульського лиману
Жабурниковий	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> (60-70 %)	Південний Буг
Рясковий	<i>Lemna trisulca</i> (30-40%), <i>Potamogeton nodosus</i> (20-30 %)	Кодима, Тилігул
	<i>Lemna trisulca</i> (30%)	Тилігул, Кодима
	<i>Lemna gibba</i> (80-90%)	Тилігул
Лататтевий	<i>Nuphar lutea</i> (60-70 %), <i>Vallisneria spiralis</i> (50-70 %), <i>Ceratophyllum demersum</i> (40-50 %)	Південний Буг
	<i>Nymphaea alba</i> (60-70 %), <i>Vallisneria spiralis</i> (50-70 %), <i>Ceratophyllum demersum</i> (40-50 %)	Південний Буг
	<i>Nymphaea alba</i> (60-70 %), <i>Ceratophyllum demersum</i> (10-20 %)	Кодима
	<i>Nymphaea alba</i> (60-70 %), <i>Ceratophyllum demersum</i> (10-20 %)	
Рдесниковий	<i>Potamogeton nodosus</i> (50-60%)	Південний Буг
	<i>Potamogeton perfoliatus</i> (20-30%)	
Стрілолистий	<i>Sagittaria sagittifolia</i> (20-30%)	
<b>Біотопи часткового обводнення заселені водно-болотною рослинністю</b>		
Очеретяно-комишово-рогозовий	<i>Phragmites australis</i> (40-50%), <i>Typha angustifolia</i> (20 %), <i>Scirpus lacustris</i> , <i>Scirpus tabernaemontani</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i> (по 10%)	Всі річки межиріччя
Очеретяно-комишово-рогозовий	<i>Phragmites australis</i> (50 %), <i>Typha angustifolia</i> (15 %), <i>Scirpus tabernaemontani</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Glyceria maxima</i> (по 8-10 %)	Південний Буг Тилігул
Очеретяно-комишово-рогозовий	<i>Phragmites australis</i> (50 %), <i>Typha angustifolia</i> (15 %), <i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Glyceria maxima</i> , <i>Scirpus lacustris</i> , <i>Scirpus tabernaemontani</i> (по 8-10%)	Кодима
Очеретяно-комишово-рогозовий	<i>Phragmites australis</i> (50 %), <i>Typha angustifolia</i> (10 %), <i>Bolboschoenus maritimus</i> (10 %), <i>Scirpus lacustris</i> , <i>Scirpus tabernaemontani</i> (по 5-10 %)	Чичиклія
Рогозовий	<i>Typha latifolia</i> (70-80%)	

Мазур І. О.

	<i>Typha angustifolia</i> (30-40%), <i>Typha laxmannii</i> (10-20 %)	Південний Буг
Комишовий	<i>Scirpus triqueter</i> (60-80 %)	
Їжачковий	<i>Sparganium erectum</i> (50-60 %), <i>Spirodela polyrrhiza</i> (70 %)	Південний Буг Чичиклія
<b>Біотопи надлишкового зволоження заселені болотно-лучною рослинністю</b>		
Очеретяний	<i>Phragmites australis</i>	Всі річки межиріччя
Осоковий	<i>Carex acuta</i> (90 %)	Південний Буг, Кодима
	<i>Carex riparia</i> (90 %)	Всі річки межиріччя
	<i>Carex vesicaria</i> (30%), <i>Carex vulpina</i> (40 %)	Чичиклія
Лепешнково-бульбокомишовий	<i>Glyceria maxima</i> (50-60%), <i>Bolboschoenus maritimus</i> (30-40 %)	Тилігул, Південний Буг
Ситниково-ситняговий	<i>Juncus compressus</i> (30%), <i>Eleocharis palustris</i> (30 %)	Південний Буг
Бульбо-комишево-щавлево-ситняговий	<i>Bolboschoenus maritimus</i> (30-40%), <i>Rumex stenophyllus</i> (20 %), <i>Eleocharis palustris</i> (20-30 %)	Тилігул
Півниковий	<i>Iris pseudacorus</i> (50 %)	Чичиклія, Південний Буг
Комишовий	<i>Scirpus lacustris</i> (20-25 %), <i>Scirpus tabernaemontani</i> (20-25 %), <i>Juncus effusus</i> (15-20 %)	Кодима
Тонконоговий	<i>Poa palustris</i> (60 %)	Південний Буг
Щучниковий	<i>Deschampsia cespitosa</i> 80-85 %)	
Рогозовий	<i>Typha laxmannii</i> (50 %)	Кодима
<b>Біотопи достатнього зволоження заселені лучною рослинністю</b>		
Пирійниковий	<i>Elytrigia repens</i> (50-60 %)	Всі річки межиріччя
	<i>Elytrigia repens</i> (30-40%), <i>Chaiturus marrubiastrum</i> (20-25%)	Чичиклія
Китниково-пирійниковий	<i>Alopecurus pratensis</i> (30-40%), <i>Elytrigia repens</i> (20-30%)	Тилігул
Лисохвостово-осоковий	<i>Alopecurus pratensis</i> (20-30%), <i>Carex vulpina</i> (15-20%)	Південний Буг
Кострицево-пирійниковий	<i>Festuca arundinacea</i> (40 %), <i>Elytrigia repens</i> (30 %)	
Перстачевий	<i>Carex vulpina</i> (20-25%), <i>Potentilla reptans</i> (50-60 %)	
	<i>Potentilla reptans</i> (45-50 %)	Чичиклія
Кострицевий	<i>Festuca arundinacea</i> (50-60 %)	Тилігул
	<i>Festuca pratensis</i> (50-60 %), <i>Potentilla reptans</i> (15-20 %)	Чичиклія
Розхідниковий	<i>Glechoma hederacea</i> (30 – 40 %)	Південний Буг
Комишово –морквяно-мітлицевий	<i>Scirpus lacustris</i> (20 %), <i>Daucus carota</i> (20-25 %), <i>Agrostis stolonifera</i> (15-20%)	Кодима
Козлятниковий	<i>Galega officinalis</i> (40 %) <i>Festuca arundinacea</i> (10-20 %)	Чичиклія
Осоковий	<i>Carex vulpina</i> (50-60%)	Південний Буг
Козлятниковий	<i>Galega officinalis</i> (50-60 %) <i>Festuca arundinacea</i> (10-20 %)	Кодима
Підмаренниковий	<i>Galium aparine</i> (70 %)	Південний Буг

Мазур І. О.

Тонконоговий	<i>Poa pratensis</i> (30-40%), <i>Poa trivialis</i> (20-30 %)	
Мітлицевий	<i>Agrostis gigantea</i> (50-60%)	
<b>Біотопи достатнього зволоження заселені лучно-галофітною рослинністю</b>		
Жерароситниково-Покісницевий	<i>Juncus gerardii</i> (40-50 %), <i>Puccinellia distans</i> (40-50 %)	Чичиклія, Південний Буг
Бульбокомишевий	<i>Bolboschoenus maritimus</i> (60-70 %)	Чичиклія Південний Буг
Бульбокомишево-комишевий	<i>Bolboschoenus maritimus</i> (70%), <i>Scirpus tabernaemontani</i> (20%)	Всі річки межиріччя
Осоковий	<i>Carex distans</i> (30-40 %)	Тилігул
Жерароситниково-мітлицеповзучий	<i>Juncus gerardii</i> (40%), <i>Agrostis stolonifera</i> (45 %)	Чичиклія
Жерароситниково-полиновий	<i>Juncus gerardii</i> (30%), <i>Artemisia santonica</i> (20 %)	Тилігул
Скритницевий	<i>Crypsis schoenoides</i> (40 %)	Кодима
Полиновий	<i>Artemisia austriaca</i> (70-80%)	Чичиклія
Полиново-бромусовий	<i>Artemisia santonica</i> (60 %), <i>Bromus arvensis</i> (20%)	Тилігул
Покісницево-велетенський	<i>Puccinellia gigantea</i> (30-40 %)	Чичиклія
Конюшино-суницево-солончаково-айстровий	<i>Trifolium fragiferum</i> (50 %) <i>Tripolium vulgare</i> (30%)	Південний Буг
Содниковий	<i>Suaeda prostrata</i> (50-60 %)	Чичиклія
Солонцевий	<i>Salicornia europaea</i> (40%)	
Полиново-содниковий	<i>Artemisia santonica</i> (50 %) <i>Suaeda prostrata</i> (10-15 %)	
<b>Біотопи недостатнього зволоження заселені остепнено-лучною рослинністю</b>		
Шавлієво-гринделієвий	<i>Salvia officinalis</i> (30 %), <i>Grindelia squarrosa</i> (25-30 %)	Всі річки межиріччя
Шавлієво-кардарієвий	<i>Salvia officinalis</i> (30 %), <i>Cardaria draba</i> (20 %)	Південний Буг, Тилігул
Кардарієвий	<i>Cardaria draba</i> (60 %)	Південний Буг
Шавлієво-гринделієвий	<i>Salvia officinalis</i> (30 %), <i>Grindelia squarrosa</i> (25-30 %)	
Бромусовий	<i>Bromus arvensis</i> (50-60 %)	
Гринделієво-цикорієвий	<i>Grindelia squarrosa</i> (40 %), <i>Cichorium intybus</i> (20 %)	
Пижмовий	<i>Tanacetum vulgare</i> (20-30 %)	
Аморфово-подорожниково-піщаний	<i>Plantago arenaria</i> (50 %), <i>Amorpha fruticosa</i> (20 %)	
Гринделієво-деревієвий	<i>Grindelia squarrosa</i> (40 %), <i>Achillea millefolium</i> (40 %)	Всі річки межиріччя
Татарниково-ячміневомишачий	<i>Onopordum acanthium</i> (10-20%), <i>Hordeum murinum</i> (50-60 %)	Кодима

Таким чином, згідно даних фітоценотично багаті біотопи таблиці слідує, що найбільш надлишкового та достатнього

Мазур І. О.

зволоження, що заселені лучною рослинністю. Особливе багатство останньої відповідно зосереджено на плавнях Південного Бугу із більш-менш стабільним гідрологічним режимом запливи у порівнянні із малими річками. Останнє пояснюється тим, що рослинний покрив лук утворений різними видами гідроморф (гігромезофіти, мезофіти, мезоксерофіти), що є досить пластичними та здатні існувати як в умовах надлишкового зволоження (період повені), так і періодичного пересихання едафотопу (період межені). Однак, нестабільний гідрологічний режим плавнів і як наслідок значні коливання рівня води на біотопах постійної проточності (аж

до пересихання) створюють критичні умови для існування типової водної рослинності, де часто рослини можуть знаходитися на суходолі (Рис. 1.). Відповідно, різноманітність останньої, у межах даних ділянок середніх та малих річок, є різко обмеженою (приблизно від 5 до 15 фітоцентичних одиниць). Також слід додати, що найбільше ценотичне багатство лучно-галофітної рослинності та справжня солончакова рослинність (содникові, солонцеві та полиново-содникові угруповання) зафіксовані серед плавневих біотопів Чичиклії, що пояснюється значним засоленням ґрунтів запливи водотоку ініціюючи галофітизацію травостою.



**Рис 1. Фітоугруповання *Potamogeton natans* в умовах обміління русла Південного Бугу (околиця м. Вознесенська, лівий берег)**

З метою визначення зон екологічної толерантності угруповань було проведено еколого-фітоценотичний статистичний аналіз

плавневих біотопів річок Тилігуло-Бузького межиріччя (рис. 2).

Згідно з даних рис. 2, серед типової плавневої рослинності

Мазур І. О.

(включає гідрофіти та гігрофіти) найбільш нерівномірне співвідношення показників по річках (від 8% до 52% фітоценотичних одиниць) зафіксовано серед гідрофітів на біотопах постійної проточності. Водна рослинність (особливо малих річок) знаходиться у крайніх умовах (зона песимуму), де рослини здатні лише пережити або вижити, використовуючи енергетичні витрати організму на підтримання базального обміну (на підтримання мінімальної життєдіяльності). Водна-болотна рослинність, що утворена видами

широкої екологічної амплітуди, більш пристосована до значних коливань рівня води (особливо роди Очерету (*Phragmites*) та Комишу (*Scirpus*)), хоча екологічні фактори і є в діапазоні напруження (зона комфорту), все ж рослини здатні рости, розвиватися та розмножуватися. Болотно-лучна та частково лучна рослинність виявилися найбільш пристосованими до існуючих умов середовища плавневих біотопів, що для них є оптимальними та сприяють мінімальним енерговитратам рослин та їх ефективній життєдіяльності.

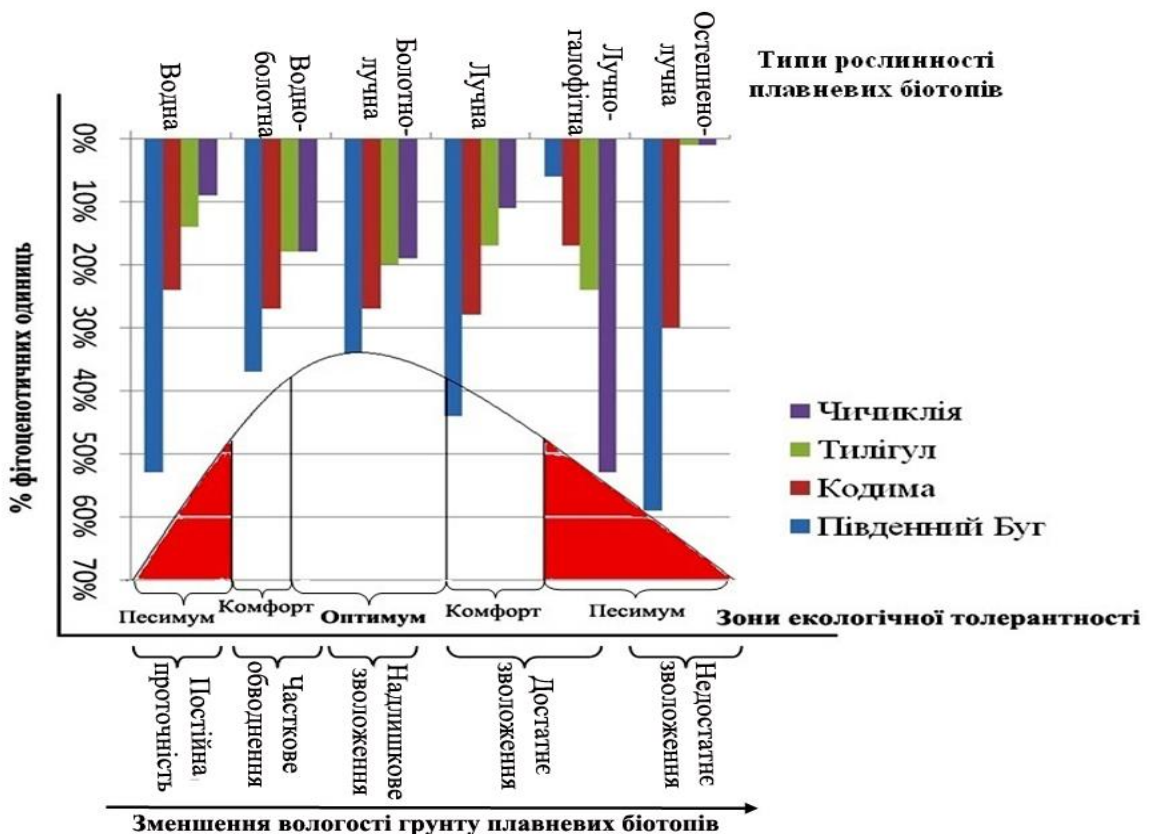


Рис. 2. Межі толерантності рослинних угруповань плавневих біотопів межиріччя Тилігулу – Південного Бугу

Мазур І. О.

**Висновки і перспективи.**

1. Гідрологічний режим визначає локальну структуру плавневих фітоценозів річок півдня України. Так, завдяки сезонній пульсації водного режиму (аж до тривалого пересихання) заплави у складі фітогруповань плавнів середніх та малих річок майже відсутня справжня водна рослинність;

2. Еколого-фітоценотичний статистичний аналіз плавневих біотопів річок Тилігуло-Бузького межиріччя дозволив визначити зони екологічної толерантності рослинних угруповань в сучасних еколого-гідрологічних умовах заплави. Встановлено, що більшою мірою оптимальні умови склалися для

**Список використаних джерел**

1. Барановський Б. О. Фіторізноманіття заплави Південного Бугу в межах майбутнього заказника «Плавні Нова Одеса». *Вісник Дніпропетровського університету*. 2005. № 3/1. С. 3–6.

2. Дубина Д. В. Вища водна рослинність. Рослинність України / під ред. Ю. Р. Шеляг-Сосонко. Київ: Фітосоціоцентр, 2006. 412 с.

3. Дубина Д. В. Галофітна рослинність. Рослинність України / під ред. Ю. Р. Шеляг-Сосонко. Київ: Фітосоціоцентр, 2007. 315 с.

4. Дубина Д. В., Нойгойзлова З., Дзюба Т. П., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Класифікація та продромус рослинності водойм, перезволожених територій та арен Північного Причорномор'я. Київ: Фітосоціоцентр, 2004. 200 с.

5. Дубина Д. В., Дзюба Т. П., Емельянова С. М. Рослинний світ водно-болотних угідь Північного Причорномор'я та стратегія їх охорони. *Екологія водно-болотних угідь і торфовищ*: матеріали міжнар. наук-практ. Конф. «Методи і

зростання болотно-лучної та лучної рослинності. Натомість, типові плавневі рослинні угруповання утворені водними та водно-болотними видами перебувають в зонах комфорту та песимуму, що не є характерним для типового плавневого ландшафту. Тобто, сучасні умови функціонування типової плавневої рослинності малих та середніх степових водотоків не є оптимальними.

Перспективи подальших досліджень полягають у більш детальних еколого-гідрологічних та еколого-ботанічних дослідженнях плавної рослинності степових річок півдня України з метою запобігання подальшої її деградації.

технології стратегічного планування розвитку територій» (м. Київ, 1 лют. 2013 р.). Київ: ДІА, 2013. С. 84–91.

6. Мазур І. О. Екологічна оцінка стану фітоценозів плавневих біотопів в межиріччі Тилігулу – Південного Бугу: автореф. Дис... к-та біол. Наук: 03.00.16 / НААН України. Київ, 2017. 23 с.

7. Національний атлас України / НАН України, Інститут географії, Державна служба геодезії, картографії та кадастру / голов. Ред. Л. Г. Руденко. Київ: ДНВП «Картографія», 2007. 435 с.

8. Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна. Кліматичний форум східного партнерства та Робоча група громадських організацій зі зміни клімату. 2014. URL: [http://necu.org.ua/wp-content/uploads/ukraine\\_cc\\_vulnerability.pdf](http://necu.org.ua/wp-content/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf)

9. Andersen H. E. Hydrology, nutrient processes and vegetation in floodplain wetlands. PhD thesis. National Environmental Research Institute. Denmark. 2003. 36 p.

10. Blumenfeld, S., Lu, C., Christophersen, T. and Coates, D. Water, Wetlands and Forests. A Review of Ecological,

Мазур І. О.

Economic and Policy Linkages. *Secretariat of the Convention on Biological Diversity and Secretariat of the Ramsar Convention on Wetlands, Montreal and Gland*. CBD Technical Series. 2010. No. 47

11. Chandrasekhar A. Are wetlands more valuable than other ecosystems? [URL:http://www.teebweb.org/are-wetlands-more-valuable-than-other-ecosystems/](http://www.teebweb.org/are-wetlands-more-valuable-than-other-ecosystems/)

12. Effects of Natural and Human Disturbances on Floodplain Vegetation Norbert Miiller Dr., Priv.-Doz. for Vegetation Ecology at Technical University Berlin, Available at: <https://www.fh-erfurt.de/lgf/fileadmin/LA/Personen/Mueller/revPub/FloodplainVegetation.pdf>

13. Whittaker R. H. Evolution and Measurement of Species Diversity Taxon. Vol. 21, No. 2/3, 1972. P. 213–251.

### References

1. Baranovskyi, B. O. (2005). Fitoriznomanittia zaplavy Pivdennoho Buhu v mezhakh maibutnoho zakaznyka «Plavni Nova Odesa» [Phytodiversity of the floodplain of the Southern Bug within the limits of the future preserve «Plavni Nova Odesa»]. *Herald of the Dnepropetrovsk National University*, 3/1, 3–6.

2. Dubyna, D. V., Noihoizlova, Z., Dziuba, T. P., Sheliah–Sosonko, Yu. R. (2004). Klasyfikatsiia ta prodromus roslynnosti vodoim, perezvolozhenykh terytorii ta aren Pivnichnoho Prychornomor'ia [Classification and list of vegetation of reservoirs, drained territories and arches of the Northern Black Sea coast]. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 200.

3. Dubyna, D. V., Dziuba, T. P., Emelianova, S. M. (2013). Roslynnnyi svit vodno-bolotnykh uhid Pivnichnoho Prychornomor'ia ta stratehiia yikh okhorony [The vegetative world of the wetlands of the Northern Black Sea coast and the strategy of their protection]. *Ekolohiia vodno-bolotnykh uhid i torfovyyshch: materialy mizhnar. nauk-prakt. konf. «Metody i tekhnolohii stratehichnoho planuvannia rozvytku terytorii»* [Ecology of wetlands and peatlands: materials of international science-practice. conf. "Methods and technologies of strategic planning of territories development]. Kyiv, 84–91.

4. Dubyna, D. V. (2006). Vyshcha vodna roslynnist. Roslynnist Ukrainy [Higher

aquatic vegetation. Vegetation of Ukraine]: pid red. Yu. R. Sheliah-Sosonko. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 412.

5. Dubyna, D. V. (2007). Halofitna roslynnist. Roslynnist Ukrainy [Halophytic vegetation. Vegetation of Ukraine]: pid red. Yu. R. Sheliah-Sosonko. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 315.

6. Mazur, I. O. (2017). Ekolohichna otsinka stanu fitosenoziv plavnevykh biotopiv v mezhyrichchi Tylihulu – Pivdennoho Buhu [Ecological assessment of the state of phytocenoses of the marsh biotopes in the Tylihul – Southern Buh interfluve]. National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, Institute of Agroecology and Natural resources. Kyiv, 23.

7. Otsinka vrazlyvosti do zminy klimatu: Ukraina. Klimatychnyi forum skhidnoho partnerstva ta Robocha hrupa hromadskykh orhanizatsii zi zminy klimatu [Climate Change Vulnerability Assessment: Ukraine. The Eastern Partnership Climate Forum and the Working Group of NGOs on Climate Change]. Available at: [http://necu.org.ua/wp-content/uploads/ukraine\\_cc\\_vulnerability.pdf](http://necu.org.ua/wp-content/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf)

8. Rudenko, L. H. (Ed.) (2007). Natsionalnyi atlas Ukrainy [National Atlas of Ukraine]. National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Geography, State Service of Geodesy, Cartography and Cadastre. Kyiv: DNVP «Kartohrafiia», 435.

9. Andersen, H. E. (2003). Hydrology, nutrient processes and vegetation in floodplain wetlands. PhD thesis. National Environmental Research Institute. Denmark. 36.

10. Blumenfeld, S., Lu, C., Christophersen, T. and Coates, D. (2010). Water, Wetlands and Forests. A Review of Ecological, Economic and Policy Linkages. *Secretariat of the Convention on Biological Diversity and Secretariat of the Ramsar Convention on Wetlands, Montreal and Gland*. CBD Technical Series, 47

11. Chandrasekhar, A. (2013). Are wetlands more valuable than other ecosystems? Available at: <http://www.teebweb.org/are-wetlands-more-valuable-than-other-ecosystems/>

12. Effects of Natural and Human Disturbances on Floodplain Vegetation

Мазур І. О.

Norbert Müller Dr., Priv.-Doz. for Vegetation Ecology at Technical University Berlin, Available at: <https://www.fh-erfurt.de/lgf/fileadmin/LA/Personen/Mueller/revPub/FloodplainVegetation.pdf>

13. Whittaker, R. H. (1972). Evolution and Measurement of Species Diversity Taxon, 21, 2/3, 213–251.

## ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЛАВНЕВЫХ БИОТОПОВ РЕК ТИЛИГУЛ-БУГСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ И. А. Мазур

***Аннотация.** Проведены эколого-фитоценотические исследования и статистический анализ растительности плавневых биотопов рек междуречья Тилигул-Южного Буга в современных эколого-гидрологических условиях среды. Данные условия существования плавневых биотопов целом типичны для рек степной зоны Европы и характеризуются нестабильностью гидрологического режима пойм. Соответственно, проточность и увлажненность гидротопов способствует дифференциации плавневых биотопов и их растительных сообществ.*

*Эколого-фитоценотический статистический анализ плавневых биотопов рек междуречья предоставил возможность определить зоны экологической толерантности растительных сообществ. В качестве качественных показателей использовали фитоценотические единицы (точечные фитосообщества) и их соотношение между рек исследуемого междуречья. Установлено, что в зоне оптимума находится болотно-луговая растительность на биотопах избыточного увлажнения. Так, зафиксировано примерно равномерное соотношение растительных сообществ всех рек региона (20-30% фитоценотических единиц гигромезофитов по каждой реке). Водная и водно-болотная растительность на биотопах частичного обводнения, находится в зонах пессимума и комфорта соответственно. Рассчитано, что наибольшая амплитуда показателей зафиксирована именно среди гидрофитов. Так, на долю гидрофитов пересыхающих плавневых биотопов Тилигула и Чичиклии приходится лишь 13 % и 8 % фитосообществ соответственно, тогда как около 50% – на долю Южного Буга. Факт ценотического обеднения водной растительности плавневых биотопов малых и средних степных водотоков является следствием нестабильного гидрологического режима пойм и пересыхания их грунтов, что формируют крайние, критические условия для вегетации растений.*

***Ключевые слова:** Плавни, плавневые биотопы, плавневая растительность, Тилигул-Бугское междуречье, статистический анализ, экологическая толерантность вида, эколого-гидрологические изменения*

**ECOLOGICAL AND PHYTOCENOTIC STATISTICAL ANALYSIS OF  
MARSH BIOTOPES OF THE TYLIHUL-SOUTHERN BUH INTERFLUVE'S  
RIVERS  
I. Mazur**

**Abstract.** *Ecological phytocenotic investigations and statistical analysis of the marsh vegetation in the current ecological and hydrological conditions of the marsh biotopes of the rivers of the Tiligul-Southern Bug interfluve were carried out. These conditions for the existence of flooded biotopes are generally typical for the rivers of the steppe zone of Europe and are characterized by the instability of the hydrological regime of floodplains. Accordingly, hydrotone flow and humidification contributes to the differentiation of flooded biotopes and their plant communities.*

*Ecological-phytocenotic statistical analysis of the marsh biotopes of interfluve rivers enabled to determine the tolerance ranges of plant communities. As qualitative indicators, phytocenotic units (point phytosocial communities) and their ratio between the rivers of the studied interfluve were used. It has been established that in the optimum zone there is a swamp-meadow vegetation on biotopes of excessive humidification. Thus, an approximately uniform distribution of plant communities of all rivers of the region was recorded (20-30% of phytocenotic units of hygromesophytes for each river). Aquatic and wetland vegetation on biotopes of partial flooding is in the zones of intolerance and physiological stress, respectively. It was calculated that the largest amplitude of indicators was recorded precisely among hydrophytes. Thus, the proportion of hydrophytes of the drying, flowing biotopes of Tiligul and Chichikliya is only 13% and 8% of plant communities respectively, while about 50% is the share of the Southern Bug. Unstable hydrological regime of marshes and critical drying of their soils form extreme, critical conditions for plant vegetation, which contributes to a decrease in the coenotic diversity of aquatic vegetation in the marsh biotopes of small and medium steppe rivers.*

**Key words:** *marshes, marsh biotopes, marsh vegetation, the Tylihul-Southern Buh interfluve, statistical analysis, ecological tolerance of the species, ecological and hydrological changes*

**АНАЛІЗ МІКРОБІОМУ ЛИСТКОВИХ ПОВЕРХОНЬ РОСЛИН  
ЗАКАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ****Л. М. БУГИНА**, асистент*Email: larina.bh@gmail.com***О. В. ПАЛЛАГ**, асистент*Email: ssarvash@gmail.com***Р. О. РУКАВЧУК**, аспірант*Email: roman.rukavchuk@gmail.com***Н. В. БОЙКО**, доктор біологічних наук, професор*Ужгородський національний університет**Email: nadiya.boyko@gmail.com*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.003>

**Анотація.** Дослідження співвідношень мікроорганізмів, що здатні існувати (персистують) на поверхні їстівних рослин і означені як їх мікробіом, є актуальними насамперед для передбачення його потенційного впливу на здоров'я людини. Вивчення функціональних характеристик рослинної мікробіоти є важливим також для розробки і впровадження інноваційних технологій з метою збереження сільськогосподарських рослин та рослинної сировини. Мета: дослідити особливості формування поверхневої мікробіоти сільськогосподарських рослин регіону, пріоритетних за частотою вживання їх населенням і вирощених в різних агрокліматичних зонах Закарпатської області. Для дослідження відбирали сільськогосподарські рослини і плоди, зібрані в трьох районах Закарпатської області (Ужгородському, Берегівському та Міжгірському), які найбільше використовуються для приготування страв у свіжому вигляді. Їх перелік включає: яблука (*Malus domestica*), виноград (*Vitis vinifera*), огірки (*Cucumis sativus*), томати (*Solanum lycopersicum*), червоний перець (*Capsicum annuum* L.), листя щавлю (*Rumex acetosa*), петрушки (*Petroselinum crispum*), кропу (*Anethum graveolens* L.), буряку (*Beta cicia*), кропиви (*Urtica dioica* L.), капусти (*Brassica oleracea*), пера цибулі (*Allium fistulosum* L.) та часнику (*Allium sativum*). Ідентифікацію ізольованих із зелених поверхонь рослин мікроорганізмів здійснювали за допомогою біохімічних тест-систем. Десятикратні (серійні) розведення змивів листкових поверхонь висівали на диференційно-діагностичні та хромогенні середовища із наступним їх культивуванням при різних температурних режимах із використанням аеробних і анаеробних умов. За необхідності видову належність ізольованих штамів мікроорганізмів уточнювали шляхом протеомного аналізу за допомогою методу MALDI-TOF. Встановлено певну спорідненість у складі епіфітної мікробіоти сільськогосподарських рослин, вирощених в Ужгородському та Берегівському районах, що можна пояснити зосередженістю тут більшої кількості діючих підприємств області. Серед ізольованих мікроорганізмів із поверхонь їстівних рослин тут переважали штами *Pseudomonas fluorescens*, *Enterobacter aerogenes*,

Бугина Л. М., Паллаг О. В., Рукавчук Р. О., Бойко Н. В.

*Enterococcus faecalis*. На противагу, кількісний і якісний склад мікробіоти сільськогосподарських рослин, вирощених в Міжгірському районі, що відноситься до гірських і господарсько-малоосвоєних регіонів з низькими показниками промислового і сільськогосподарського виробництва, відрізнявся більшою різноманітністю ізолятів і домінуванням серед їх числа типових епіфітних бактерій, ізольованих зокрема з поверхні яблука, кропу, петрушки, червоного перцю та винограду. З вирощеного у цьому районі кропу було виділено штами *Lactobacillus plantarum*. Показано, що склад мікробіому рослин, який потенційно впливає на формування мікробіому людини, залежить від географічних, екологічних та антропогенних факторів навколишнього природного середовища. Показано, що фізико-хімічні умови ґрунтів, топологія рослинної поверхні і кліматичні умови, вміст біологічно-активних речовин (БАР) у рослинах і кількість антропогенного навантаження визначають якість та безпечність рослинної продукції. Рослини, крім власних механізмів захисту (сукупність процесів обміну речовин, а також здатність відповідати на дію пошкоджуючого чинника), володіють додатковим захисним резервом, який безпосередньо пов'язаний з генотипом рослини і залежить від складу епіфітного мікробіому, який надає стійкості до абіотичних та біотичних навантажень або допомагає росту та живленню рослин. Дані про мікробіом сільськогосподарських рослин є важливими для характеристики якості виготовленої з них продукції. З іншого боку ці відомості становлять інтерес для можливого прогнозування результатів взаємодії мікроорганізмів асоційованих з рослинною сировиною та представників кишкового мікробіому людини.

**Ключові слова:** епіфітна мікробіота, мікробіом сільськогосподарських рослин, Ужгородський, Березівський, Міжгірський регіони

**Актуальність.** Мікробіота відіграє важливу роль у житті рослини-господаря. До її функцій слід віднести давно відому здатність до азотфіксації та продукції ауксинів, що активізують ріст і розвиток рослин, редуції впливів аерозольних забруднювачів, захисту від фітопатогенних мікроорганізмів тощо. У взаємовідносинах вищих рослин із епіфітними мікроорганізмами задіяні біологічно активні речовини і продукти метаболізму останніх, епіфітні мікроорганізми також продукують вітаміни для підживлення рослин [1].

Як правило, більшість епіфітних бактерій не завдають шкоди рослині. Найчастіше до “здорового” мікробіому рослин відносять бактерії роду *Bacillus* (22 %) і *Xanthomonas* (10 %), і в менш значних кількостях виділяють представники родів *Acinetobacter*, *Erwinia*, *Serratia*, *Lactobacillus*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, а також деяких азотфіксаторів [2].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Згідно новітніх уявлень про мікробіом рослин у його формуванні значну роль відіграє мікробіом ґрунту [3].

Бугина Л. М., Паллаг О. В., Рукавчук Р. О., Бойко Н. В.

Функціональною ланкою системи ґрунт – рослина є насамперед мікробіоценоз ризосфери, який визначає угруповання різноманітних мікроорганізмів, що взаємодіють між собою завдяки екологічним і трофічним потребам та зв'язкам [4].

Поверхня листка є середовищем існування, що охоплює різні бактеріальні спільноти (епіфіти). Листові поверхні майже всіх вищих рослин утворюють місце проживання для епіфітних мікроорганізмів [5].

Аналіз літературних даних показав, що склад епіфітної мікробіоти можна розглядати також як фактор біозахисту рослин. Епіфітні мікроорганізми здатні пригнічувати ріст умовно-патогенних та патогенних бактерій на поверхні рослин. Це пов'язано з тим, що бенефітні (апіфітні) бактерії, продукуючи гідролази та антибіотичні речовини, руйнують клітинну стінку фітопатогенних бактерій [6]. Відомо, що існує тісний зв'язок між мікробіомом кишечника людини та продуктами, які споживаються [7, 8]. Тому вживання рослинної їжі з профілактичною метою може бути потенційною альтернативою застосуванню антибіотичних препаратів.

Видовий склад епіфітної мікробіоти рослин визначається складом органічних речовин на їх поверхні, зокрема фітонцидів, антоціанів [9], ефірних олій та кислотністю соку, а їх безпечність для

плодів і овочів пов'язана з природним імунітетом рослин [10].

Тісний зв'язок між видовою належністю рослин і мікробними спільнотами на листових поверхнях свідчить про їх тісні спів-еволюційні відносини та процес тривалої адаптації [11]. Серед епіфітних мікроорганізмів зустрічаються різні види дріжджів, молочнокислі й оцтовокислі бактерії, плісняві гриби [12]. У попередніх дослідженнях показано, що ізоляти із бульби картоплі, а саме *Erwinia carotovora* характерно наявність певних відмінностей у біологічних властивостях від інших штамів *E. carotovora*, а саме відсутність активності ліпази, що робить дані ізоляти не фітопатогенними [13].

Отже, видовий склад і чисельність мікробіому рослин змінюється залежно від виду рослин, факторів навколишнього середовища, а також – від кількісного і якісного складу мікроорганізмів ґрунту, води і повітря [14]. Нами раніше було показано, що серед числа епіфітних мікроорганізмів часто виділяються бактерії з ефектом прозапальної дії [8].

Склад мікробіому рослин залежить від географічних умов. Саме тому актуальним є дослідження мікробіому рослин Закарпатської області для характеристики (з'ясування видових особливостей) і кількісних співвідношень (профілів) корисних і фітопатогенних

Бугина Л. М., Паллаг О. В., Рукавчук Р. О., Бойко Н. В.

мікроорганізмів для розробки засобів захисту рослин, їх тривалого збереження та для прогнозування їх впливу на мікробіом, а відтак і здоров'я людини.

**Метою цієї роботи було дослідити** особливості поверхневої мікробіоти пріоритетних за споживанням їстівних рослин, вирощених у різних агрокліматичних зонах Закарпатської області України.

**Матеріали і методи дослідження.** Всі експерименти виконані нами у трьохкратній повторності. Із трьох районів Закарпатської області, а саме з Ужгородського, Берегівського, та Міжгірського районів із різними географічними умовами зростання, було відібрано 13 видів місцевих їстівних рослин, культивованих у приватних господарствах: плоди яблук (*Malus domestica*), винограду (*Vitis vinifera*), огірків (*Cucumis sativus*), томатів (*Solanum lycopersicum*), червоного перцю (*Capsicum annuum L.*), листя щавлю (*Rumex acetosa*), петрушки (*Petroselinum crispum*), кропу (*Anethum graveolens L.*), буряку (*Beta cicica*), кропиви (*Urtica dioica L.*), капусти (*Brassica oleracea L.*), пера цибулі (*Allium fitulosum L.*) та часнику (*Allium sativum*). Для ізоляції та попередньої ідентифікації мікроорганізмів різних родів використовували селективні та хромогенні поживні середовища: Aero Pseudo Selective Agar, Nutrient

agar, MacConkey Agar, Bile Esculin Agar, Sabouraud Dextrose Agar, Streptococcus Selection Agar, *Lactobacillus* MRS Agar, Mannitol Salt Agar (HiMedia Laboratories, Індія) та UriSelect™ Medium (Bio-Rad Laboratories, Inc, США). Присутність епіфітних та умовно-патогенних патогенних мікроорганізмів у досліджуваному матеріалі визначали шляхом висіву десятикратних розведень змивів листових поверхонь на зазначені диференційно-діагностичні середовища з подальшим вивченням їх культурально-біохімічних властивостей. Для ідентифікації використовували тест системи: ANAERO-23, ENTERO-24, NEFERM-test, Candida-23, STAPHY-16, STREPTOtest 24 (LACHEMA, Чеська Республіка) та API® 50 CH (bioMérieux, Франція).

Мікроорганізми зі спірними біохімічними властивостями додатково ідентифікували за допомогою матрице-активованої лазерної десорбції / іонізації (MALDI-TOF) з використанням приладу Microflex LT instrument (Bruker Daltonik GmbH, Німеччина) та бази даних MALDI Biotyper 3.0 software (Bruker Daltonik GmbH, Німеччина).

**Результати та їх обговорення.** При виборі районів відбору рослинної продукції керувалися двома підходами. Згідно статистичних даних [15], 13 районів області відрізняються за площами

Бугина Л. М., Паллаг О. В., Рукавчук Р. О., Бойко Н. В.

сільськогосподарських угідь, а відтак і об'ємами реалізації вирощеної тут продукції. Другим важливим аспектом скринінгу були відомості [16] про відмінність на цих територіях важливих для рослинництва природних кліматичних та інших екологічних чинників, і наявність антропогенного впливу.

За означеними нами вище показниками низинні райони Закарпаття, а саме: Берегівський, Виноградівський, Іршавський, Мукачівський і Ужгородський характеризуються значно високими рівнями антропогенного навантаження. До того ж Ужгородський і Берегівський райони відрізняються за іншими природними чинниками: типи та рН ґрунтів, кількістю атмосферних опадів,

тривалістю сонячної радіації та кількістю сумарної радіації.

На противагу низинним районам, гірські райони Закарпаття характеризуються мінімальною інтенсивністю антропогенного навантаження. Міжгірський район характеризується до того ж властивими лише йому природними умовами у порівнянні з низинними районами Закарпаття (табл. 1). До прикладу, для гірських районів характерна більша кількість опадів, понижена середньорічна температура та тривалість сонячного сьйва. Також наявна різниця в показниках ґрунту. Так, за показником кислотності ґрунтів гірські райони відносять до слабо-кислих, з незначним пестицидним навантаженням, але при цьому вони є малородючими.

### 1. Деякі важливі для рослинництва показники територій обраних районів

Показник	Адміністративний район		
	<i>Ужгородський</i>	<i>Берегівський</i>	<i>Міжгірський</i>
Атмосферні опади (мм)	700 – 800	650 – 700	> 1200
Кислотність опадів (рН)	6.2	6.2	6.4
Тип ґрунтів	бурі гірсько-лісові щебенюваті	дернові опідзолені	лучні та чорноземно-лучні
Пестицидне навантаження на ґрунти (у.о.)	2.3 – 3.6	2.3 – 3.6	1 – 2.3
Кислотність ґрунтів (рН)	< 4.5	< 4.5	5 – 5.5
Якість ґрунтів (бали)	45 – 52	31 – 38	17 – 24
Середньорічна температура поверхні ґрунтів (°С)	8 – 9	9 – 10	5 – 9
Тривалість сонячного сьйва (години)	1800 – 1900	1900 – 2000	< 1600
Сумарна радіація (10 <sup>6</sup> Дж/м <sup>2</sup> )	3600 – 3800	4000 – 4200	3400 – 3600

Бугина Л. М., Паллаг О. В., Рукавчук Р. О., Бойко Н. В.

Аналіз епіфітного мікробіому їстівних рослин, вирощених у трьох різних географічних зонах Закарпатської області, показав наявність суттєвих відмінностей як у видовому спектрі, так і в кількісному співвідношенні ізолюваних штамів мікроорганізмів.

Всі виділені мікроорганізми умовно можна віднести до трьох систематичних груп: корисні, епіфітні та умовно-патогенні мікроорганізми. Нами під час реалізації проекту BaSeFood [17] було показано, що склад поверхневої рослинної мікробіоти та вміст біологічно активних речовин залежать не лише від виду рослин та рослинної продукції, а й від умов їхнього зростання [18].

Аналізуючи наведені в табл. 2 дані якісного та кількісного обстеження епіфітної мікробіоти відібраних їстівних рослин, можна зробити висновок, що з поверхні рослин, вирощених у Міжгірському районі, переважали представники типової епіфітної мікробіоти, тоді як представники умовно-патогенних мікроорганізмів таких, як *Enterobacter sakazakii* та *Streptococcus parauberis* були не численними. Найбільшу кількість серед числа фітопатогенних мікроорганізмів тут становили штам *Pantoea agglomerans* та бактерії роду *Erwinia*. Цікавим є те, що штам *Pseudomonas fluorescens*, які володіють антагоністичними властивостями

щодо фітопатогенів, найчастіше були ізолювані з поверхонь рослин саме Міжгірського району. Також варто зазначити, що пробіотичні штам *Lactobacillus plantarum* було ізолювано з листків кропу та часника, вирощених лише в цьому районі.

Результати нашого дослідження показали, що на поверхні їстівних рослин, вирощених у Берегівському районі, переважають умовно-патогенні мікроорганізми родів *Hafnia*, *Proteus*, *Enterobacter*, *Staphylococcus* та *Enterococcus*. Слід зазначити, що з поверхні листя кропиви було ізолювано *Candida albicans*. Для даного регіону характерною особливістю є велика кількість ізолюваних бактерій роду *Bacillus*, серед яких на поверхні листків петрушки та буряку також виявлено штам *Bacillus licheniformis*.

На поверхні огірків, червоного перцю та томатів, а також на листі кропу, вирощених у Берегівському районі, були виявлені фітопатогенні бактерії *E. carotovora*, *E. herbicola* та *P. agglomerans*.

Мікробіом їстівних рослин, вирощених в Ужгородському районі, характеризувався найвищим вмістом умовно-патогенних мікроорганізмів. Так, зокрема численні штам різних видів ентеробактерій були ізолювані тут з поверхонь плодів яблук, огірків, томатів, а також листків кропиви, кропу, щавлю, буряку та цибулі. Бактерії родів *Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* та

Бугина Л. М., Паллаг О. В., Рукавчук Р. О., Бойко Н. В.

*Micrococcus* були виявлені на поверхні червоного перцю, огірків, листі капусти, шавлю та часнику. Також на поверхні листків кропу, що був вирощений в даному районі, було виявлено *B. licheniformis*.

Дані наведені в табл. 2 свідчать, що значну кількість умовно-патогенних та фітопатогенних штамів було виявлено на плодах огірків та томатів, листі кропиви, капусти, які були вирощені на території всіх трьох районів. Також варто звернути увагу, що значними рівнями мікробної контамінації характеризувалися гладкі поверхні рослин (яблука, виноград, огірки, листя капусти та буряку), трохи меншими – зелені частини цибулі та часнику. Відомо,

що листя рослин з ускладненою архітектонікою – як от петрушки і кропу, при їх природному забрудненні довго зберігають персистуючі на їх поверхні мікроорганізми. Варто зазначити, що з поверхні рослин, де було знайдено корисні мікроорганізми, штамів умовно-патогенних мікроорганізмів та фітопатогенів виявлено не було.

Деяке занепокоєння щодо якості одержаної рослинної продукції пов'язане з частим виділенням із поверхонь майже всіх тестованих нами рослин штамів *Pantoea agglomerans*, ентеробактерій та інших УПМ, які можуть зумовлювати так звані опортуністичні інфекції.

## 2. Ключові мікроорганізми, що були ізольовані з найбільш вживаних їстівних рослин Закарпатської області

№ з/п	Рослини (плоди, листя, пера) (кількість проб – 15)	Місце вирощування, район	Ізольовані мікроорганізми (кількість виділених штамів)	Титр±SD, КУО/мл
1.	Яблука (плід) ( <i>Malus domestica</i> )	Міжгірський	<i>Pseudomonas fluorescens</i> /3	$(1.0 \cdot 10^7) \pm 0.65$
		Берегівський	<i>Erwinia carotovora</i> /5	$(3.0 \cdot 10^8) \pm 0.6$
		Ужгородський	<i>Hafnia alvei</i> /4	$(2.0 \cdot 10^8) \pm 0.8$
2.	Виноград (плід) ( <i>Vitis vinifera</i> )	Міжгірський	<i>Bacillus megaterium</i> /4	$(3.0 \cdot 10^6) \pm 0.63$
		Берегівський	<i>Pseudomonas fluorescens</i> /2	$(4.0 \cdot 10^7) \pm 1.5$
		Ужгородський	<i>Bacillus subtilis</i> /4	$(1.0 \cdot 10^8) \pm 0.5$
3.	Огірки (плід) ( <i>Cucumis sativus</i> )	Міжгірський	<i>Erwinia carotovora</i> /5	$(4.0 \cdot 10^6) \pm 0.3$
			<i>Pantoea agglomerans</i> /4	$(3.0 \cdot 10^7) \pm 0.66$
			<i>Hafnia alvei</i> /5	$(1.0 \cdot 10^7) \pm 0.37$
		Берегівський	<i>Pseudomonas fluorescens</i> /2	$(1.0 \cdot 10^8) \pm 0.63$
			<i>Erwinia carotovora</i> /5	$(3.5 \cdot 10^7) \pm 0.59$
			<i>Bacillus subtilis</i> /5	$(1.0 \cdot 10^8) \pm 0.6$
Ужгородський	<i>Pseudomonas fluorescens</i> /4	$(2.0 \cdot 10^6) \pm 0.75$		
	<i>Proteus vulgaris</i> /5	$(1.0 \cdot 10^7) \pm 0.5$		
	<i>Micrococcus luteus</i> /4	$(1.5 \cdot 10^4) \pm 0.82$		
4.	Томати (плід)	Міжгірський	<i>Enterococcus faecalis</i> /5	$(1.0 \cdot 10^5) \pm 0.4$
		Берегівський	<i>Bacillus subtilis</i> /4	$(5.0 \cdot 10^5) \pm 0.65$
		Берегівський	<i>Erwinia carotovora</i> /3	$(1.0 \cdot 10^4) \pm 0.9$

	<i>(Solanum lycopersicum)</i>		<i>Proteus vulgaris</i> /4	$(3.0 \cdot 10^7) \pm 0.65$
		Ужгородський	<i>Enterobacter cloacae</i> /5	$(5.0 \cdot 10^6) \pm 0.4$
5.	Червоний перець (плід) <i>(Capsicum annuum L.)</i>	Міжгірський	<i>Bacillus subtilis</i> /5	$(2.0 \cdot 10^7) \pm 0.5$
		Берегівський	<i>Pantoea agglomerans</i> /4	$(1.5 \cdot 10^5) \pm 0.65$
		Ужгородський	<i>Enterococcus faecalis</i> /5	$(4.0 \cdot 10^6) \pm 0.5$
6.	Кропива (листя) <i>(Urtica dioica L.)</i>	Міжгірський	<i>Pantoea agglomerans</i> /3	$(3.0 \cdot 10^7) \pm 0.9$
		Берегівський	<i>Candida albicans</i> /4	$(1.0 \cdot 10^5) \pm 0.7$
			<i>Enterobacter cloacae</i> /3	$(4.0 \cdot 10^5) \pm 0.85$
		Ужгородський	<i>Bacillus subtilis</i> /5	$(1.0 \cdot 10^7) \pm 0.5$
			<i>Enterobacter cloacae</i> /3	$(2.0 \cdot 10^5) \pm 0.8$
7.	Капуста (листя) <i>(Brassica oleracea L.)</i>	Міжгірський	<i>Pantoea agglomerans</i> /3	$(1.5 \cdot 10^7) \pm 0.9$
			<i>Enterobacter sakazakii</i> /4	$(1.0 \cdot 10^4) \pm 0.75$
		Берегівський	<i>Bacillus subtilis</i> /3	$(3.0 \cdot 10^7) \pm 1.05$
			<i>Proteus mirabilis</i> /5	$(1.0 \cdot 10^3) \pm 0.4$
		Ужгородський	<i>Pantoea agglomerans</i> /4	$(1.5 \cdot 10^6) \pm 0.6$
			<i>Streptococcus acidominimus</i> /4	$(3.0 \cdot 10^4) \pm 0.7$
8.	Кріп (листя) <i>(Anethum graveolens L.)</i>	Міжгірський	<i>Lactobacillus plantarum</i> /5	$(4.0 \cdot 10^7) \pm 0.25$
		Берегівський	<i>Staphylococcus saprophyticus</i> /3	$(1.0 \cdot 10^3) \pm 0.93$
			<i>Bacillus subtilis</i> /5	$(1.0 \cdot 10^7) \pm 0.45$
			<i>Erwinia herbicola</i> /3	$(4.0 \cdot 10^6) \pm 0.9$
		Ужгородський	<i>Serratia marcescens</i> /2	$(1.0 \cdot 10^6) \pm 1.1$
			<i>Pantoea agglomerans</i> /3	$(5.0 \cdot 10^5) \pm 0.87$
			<i>Bacillus licheniformis</i> /4	$(4.0 \cdot 10^6) \pm 0.7$
			<i>Bacillus subtilis</i> /5	$(4.0 \cdot 10^7) \pm 0.5$
9.	Щавель (листя) <i>(Rumex acetosa)</i>	Міжгірський	<i>Hafnia alvei</i> /3	$(4.0 \cdot 10^5) \pm 0.76$
			<i>Pantoea agglomerans</i> /3	$(3.0 \cdot 10^6) \pm 0.86$
			<i>Streptococcus parauberis</i> /4	$(1.0 \cdot 10^4) \pm 0.6$
		Ужгородський	<i>Staphylococcus epidermidis</i> /2	$(1.0 \cdot 10^6) \pm 0.9$
			<i>Enterobacter aerogenes</i> /3	$(2.0 \cdot 10^4) \pm 0.76$
10.	Петрушка (листя) <i>(Petroselinum crispum)</i>	Міжгірський	<i>Staphylococcus epidermidis</i> /3	$(1.0 \cdot 10^3) \pm 0.8$
			<i>Hafnia alvei</i> /2	$(2.0 \cdot 10^6) \pm 1.1$
		Берегівський	<i>Enterobacter aerogenes</i> /3	$(1.0 \cdot 10^5) \pm 0.85$
			<i>Bacillus licheniformis</i> /3	$(3.5 \cdot 10^7) \pm 0.7$
		Ужгородський	<i>Pseudomonas fluorescens</i> /4	$(1.5 \cdot 10^7) \pm 0.5$
11.	Буряк (листя) <i>(Beta cicia)</i>	Міжгірський	<i>Pantoea agglomerans</i> 2	$(4.0 \cdot 10^7) \pm 0.9$
		Берегівський	<i>Bacillus subtilis</i> /5-	$(1.0 \cdot 10^8) \pm 0.25$
			<i>Bacillus licheniformis</i> /1	$(1.0 \cdot 10^6) \pm 1.3$
			<i>Bacillus megaterium</i> /1	$(1.0 \cdot 10^6) \pm 1.3$
		Ужгородський	<i>Escherichia coli</i> /5	$(5.0 \cdot 10^7) \pm 0.3$
12.	Цибуля (пера) <i>(Allium fistulosum L.)</i>	Міжгірський	<i>Kluyvera ascorbata</i> /3	$(1.0 \cdot 10^4) \pm 0.6$
		Берегівський	<i>Enterococcus faecalis</i> /4	$(2.0 \cdot 10^5) \pm 0.6$
		Ужгородський	<i>Enterobacter cloacae</i> /3	$(3.0 \cdot 10^4) \pm 0.7$
13.	Часник (пера) <i>(Allium sativum)</i>	Міжгірський	<i>Lactobacillus plantarum</i> /4	$(1.0 \cdot 10^7) \pm 0.5$
		Берегівський	<i>Staphylococcus epidermidis</i> /4	$(1.5 \cdot 10^4) \pm 0.6$
		Ужгородський	<i>Enterococcus faecalis</i> /4	$(1.5 \cdot 10^4) \pm 0.56$

Бугина Л. М., Паллаг О. В., Рукавчук Р. О., Бойко Н. В.

### Висновки і перспективи.

Отримані результати щодо якісного та кількісного складу епіфітної мікробіоти досліджуваних сільськогосподарських рослин, відібраних на різних територіях, показали, що більшість штамів ізольованих нами мікроорганізмів належать до нормальної епіфітної мікробіоти. Аналіз кількісного складу мікробіому обстежених видів їстівних рослин, свідчить про те, що максимальне різноманіття епіфітних бактерій спостерігали на поверхнях яблук, кропу, петрушки, червоного перцю і винограду, вирощених на території Міжгірського району, за майже повної відсутності представників умовно-патогенних мікроорганізмів.

Одержані нами дані важливі для дослідження взаємозалежності між станом здоров'я людей, тварин і навколишнім середовищем, що є прерогативою концепції One Health Approach [19]. Суть її полягає в здійсненні безпосереднього прямого впливу на здоров'я людини поширення в навколишньому середовищі збудників зоонозних захворювань, залишків в ґрунтах і водах антибіотиків чи генів резистентності мікроорганізмів до антибіотиків, інших екологічних факторів, і, насамперед, різноманітних антропогенних чинників. Виявлені нами відмінності у складі мікробіоти їстівних рослин можна пояснити тим, що саме в

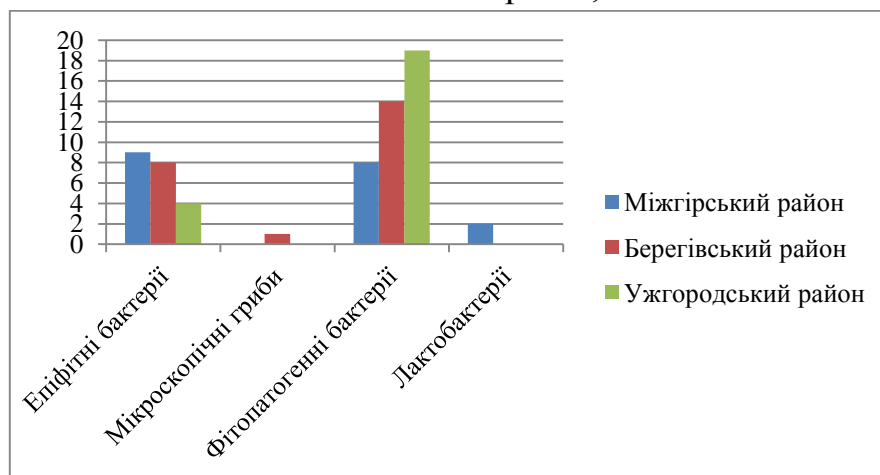
Ужгородському та Берегівському районах зосереджено більшість діючих на сьогодні підприємств області. Як наслідок, з переважної більшості обстежених рослин Ужгородського та Берегівського районів ізольовано представники УПМ родів *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Enterococcus*, *Staphylococcus* та *Hafnia*. На противагу іншим, Міжгірський район є типовою гірською територією, що відзначається невисокою господарською освоєністю, низькими показниками промислового виробництва і вирощування сільськогосподарської продукції, і тому наявність на поверхні тестованих нами рослин фітопатогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів в цьому регіоні була мінімальною. Варто зазначити, що на мікробну контамінацію поверхні рослин також впливає їх архітектоніка. Однією з найбільш важливих властивостей епіфітних бактерій, що стимулюють і покращують ріст та розвиток рослин, є продукування ними широкого спектру біологічно активних речовин, а саме: фітогормонів (ауксинів, гіберелінів), сполук антифунгальної природи, вітамінів, екзополісахаридів, пігментів, антибіотиків тощо [20]. Склад мікробіому рослин, значною мірою залежить від географічних, екологічних та антропогенних факторів. Нами в попередніх

Бугина Л. М., Паллаг О. В., Рукавчук Р. О., Бойко Н. В.

дослідженнях показано, що вміст біологічно активних речовин (а саме, поліфенолів та антоціанів) безпосередньо впливає на склад кишкового мікробіому. Доведено, що антоціани володіють пробактеріальними властивостями стосовно корисної мікробіоти, а поліфеноли в свою чергу здатні інгібувати ріст умовно-патогенних мікроорганізмів [21, 22].

Отримані нами дані підтверджують той факт, що фізико-хімічні умови ґрунтів, топологія рослинної поверхні і кліматичні умови, вміст БАР і кількість антропогенного навантаження

безпосередньо впливають на якість та безпечність рослинної продукції [23]. Згідно отриманих даних нами встановлено співвідношення між кількістю ізольованих епіфітних, фітопатогенних та лактобактерій. На рис. 1 показано, що переважаючими видами були фітопатогенні бактерії (73 %). В разі менше було ізольовано та ідентифіковано представників епіфітної мікробіоти рослин (21%). Лише 4 % серед ізольованих штамів мікроорганізмів склали лактобактерії і тільки 2% від загальної кількості мікроорганізмів було ізольовано мікроскопічних грибів, а саме *Candida albicans*.



**Рис. 1 Співвідношення між мікроорганізмами: фітопатогенні, грибові, епіфітні та лактобактерії.**

Саме тому, актуальним є дослідження мікробіому сільськогосподарських рослин, адже продукти харчування, які людина вживає в раціоні, є одним із рушійних

епігенетичних факторів, що впливають на формування мікробіому людини, який в свою чергу забезпечує нормальне функціонування макроорганізму [24].

### Список використаних джерел

1. Suárez-Moreno, Z. R., Caballero-Mellado, J., Coutinho, B. G., Mendonça-Previato, L., James, E. K., & Venturi, V. (2012). Common features of environmental and potentially beneficial plant-associated

Burkholderia. *Microbial ecology*, 63(2), 249-266.

2. Vacher C., Hampe A., Porté A., Sauer U., Compant S., Morris, C. The Phyllosphere: Microbial Jungle at the Plant–Climate Interface. *Annual Review Of Ecology*,

Бугина Л. М., Паллаг О. В., Рукавчук Р. О., Бойко Н. В.

Evolution, And Systematics. 2016. Vol. 47(1), P. 1-24. doi: 10.1146/annurev-ecolsys-121415-032238

3. Дем'янюк, О. С., Симочко, Л. Ю., Тертична, О. В. Сучасні методичні підходи до оцінювання екологічного стану ґрунту за активністю мікробіоценозу. Питання біоіндикації та екології. 2017 № 1. С. 127-142.

4. Гадзало Я.М., Патька Н.В., Заришняк А.С. Агробиологія ризосфери рослин: монографія К. Аграрна наука, 2015. 386 с.

5. Venturi V., Keel C. Signaling in the rhizosphere. Trends in plant science. 2016. Vol 21(3). P. 187-198.

6. Haroon M., Zaidi A., Ahmed B., Rizvi A., Khan M. S., Musarrat J. Effective inhibition of phytopathogenic microbes by eco-friendly leaf extract mediated silver nanoparticles (AgNPs). Indian journal of microbiology. 2019 Vol. 59 (3). P. 273-287.

7. Clark Ashley K., Kelly N. Haas, Raja K. Sivamani. "Edible plants and their influence on the gut microbiome and acne." International journal of molecular sciences. 2017 Vol 18(5). P. 1070.

8. Mudryk M. R. Plant-Isolated Pantoea agglomerans–New Look into Potential Pathogenicity. Мікробіологічний журнал. 2012. № 6. С. 53-57 с.

9. Yong YH, Dai CC, Gao FK, Yang QY, Zhao M. Effects of endophytic fungi on growth and two kinds of terpenoids for Euphorbia pekinensis. Chin. Trad. Herbal Drugs. 2009. Vol 40. P. 18-22.

10. Шкрабак В. С., Луковников А. В., Тургиев А. К. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве. М.: Колос, 2003. 512 с.

11. Xuan, W., Beeckman, T., Xu, G. Plant nitrogen nutrition: sensing and signaling. Current Opinion in Plant Biology. 2017. Vol 39. P. 57-65. doi: 10.1016/j.pbi.2017.05.010

12. Gnanamanickam S. S. Immanuel J. E. Epiphytic bacteria, their ecology and functions. Plant-associated bacteria. Springer: Dordrecht. 2007. P. 131-153.

13. Pishchik, V. N., Mokrousov, I. V., Lazarev, A. M., Vorobyev, N. I., Narvskaya, O. V., Chernyaeva, I. I., ... & Koval, G. N. (1998). Biological properties of some nitrogen-fixing

associative enterobacteria. *Plant and soil*, 202(1), 49-59.

14. Compant, S., Samad, A., Faist, H., & Sessitsch, A. (2019). A review on the plant microbiome: ecology, functions and emerging trends in microbial application. *Journal of advanced research*.

15. Сільське господарство Закарпаття за 2010–2017 роки. Статистичний збірник /За редакцією Г.Д. Гриник. Ужгород: Головне управління статистики у Закарпатській області, 2018. 61 с.

16. Національний атлас України / НАН України, Інститут географії, Державна служба геодезії, картографії та кадастру; голов. ред. Національного атласу України Л. Г. Руденко ; голова ред. кол. Б. Є. Патон. К. : ДНВП «Картографія», 2007. - 435 с

17. <http://www.basefood-fp7.eu/www.basefood-fp7.eu/index.html>

18. Thapa R., Chatterjee A., Abbey W., Butcher K. Carbon dioxide and nitrous oxide emissions from naturally occurring sulfate-based saline soils at different moisture contents. *Pedosphere*. 2017. Vol 27(5). P. 868-876.

19. Kniel K. E., Kumar D., Thakur S. Understanding the complexities of food safety using a “One Health” approach. *Microbiology spectrum*. 2018. Vol. 6(1) PFS-0021.

20. Цавкелова Е. А., Климова С. Ю., Чердынцева Т. А., Нетрусов А. И. Микроорганизмы – продуценты стимуляторов роста растений и их практическое применение (обзор). Прикладная биохимия и микробиология. 2006. Т. 42, № 2. С. 133–143.

21. Pallah, O. V., Meleshko, T. V., Bati, V. V., & Boyko, N. V. (2019). EXTRACTS OF EDIBLE PLANTS STIMULATORS FOR BENEFICIAL MICROORGANISMS. *Biotechnologia Acta*, 12(3), 67-74.

22. Pallah, O., Meleshko, T., Tymoshchuk, S., Yusko, L., & Bugyna, L. (2019). Як уникнути ескапе патогенів використовуючи екстракти їстівних рослин. *ScienceRise: Biological Science*, (5-6 (20-21)), 30-37.

23. Schlechter, R. O., Miebach, M., & Remus-Emsermann, M. N. (2019). Driving factors of epiphytic bacterial communities: A mini-review. *Journal of advanced research*.

24. Jarvis, K. G., Daquigan, N., White, J. R., Morin, P. M., Howard, L. M., Manetas, J. E., ... & Grim, C. J. (2018). Microbiomes associated with foods from plant and animal sources. *Frontiers in microbiology*, 9, 2540.

### References

- Suárez-Moreno, Z. R., Caballero-Mellado, J., Coutinho, B. G., Mendonça-Previato, L., James, E. K., & Venturi, V. (2012). Common features of environmental and potentially beneficial plant-associated Burkholderia. *Microbial ecology*, 63(2), 249-266.
- Vacher C., Hampe A., Porté A., Sauer U., Compant S., Morris, C. The Phyllosphere: Microbial Jungle at the Plant–Climate Interface. *Annual Review Of Ecology, Evolution, And Systematics*. 2016. Vol. 47(1), P. 1-24. doi: 10.1146/annurev-ecolsys-121415-032238
- Demianiuk, O. S., Symochko, L. Yu., Tertychna, O. V. Suchasni metodychni pidkhody do otsiniuvannia ekolohichnoho stanu gruntu za aktyvnistiu mikrobiotsenozu. Pytannia bioindykatsii ta ekolohii. 2017 № 1. S. 127-142.
- Hadzalo Ya.M., Patyka N.V., Zaryshniak A.S. Ahrobyolohyia ryzosfery rastenyi: monohrafiya K. Ahrarna nauka, 2015. 386 s.
- Venturi V., Keel C. Signaling in the rhizosphere. *Trends in plant science*. 2016. Vol 21(3). P. 187-198.
- Haroon M., Zaidi A., Ahmed B., Rizvi A., Khan M. S., Musarrat J. Effective inhibition of phytopathogenic microbes by eco-friendly leaf extract mediated silver nanoparticles (AgNPs). *Indian journal of microbiology*. 2019 Vol. 59 (3). P. 273-287.
- Clark Ashley K., Kelly N. Haas, Raja K. Sivamani. "Edible plants and their influence on the gut microbiome and acne." *International journal of molecular sciences*. 2017 Vol 18(5). P. 1070.
- Mudryk M. R. Plant-Isolated Pantoea agglomerans–New Look into Potential Pathogenicity. *Mikrobiolohichniy zhurnal*. 2012. № 6.S. 53-57 s.
- Yong YH, Dai CC, Gao FK, Yang QY, Zhao M. Effects of endophytic fungi on growth and two kinds of terpenoids for Euphorbia pekinensis. *Chin. Trad. Herbal Drugs*. 2009. Vol 40. P. 18-22.
- Shkrabak V. S., Lukovnykov A. V., Turhyev A. K. Bezopasnost zhyznedeiatelnosti v selskokhoziaistvennom proyzvodstve. M.: Kolos, 2003. 512 s.
- Xuan, W., Beeckman, T., Xu, G. Plant nitrogen nutrition: sensing and signaling. *Current Opinion in Plant Biology*. 2017. Vol 39. P. 57-65. doi: 10.1016/j.pbi.2017.05.010
- Gnanamanickam S. S. Immanuel J. E. Epiphytic bacteria, their ecology and functions. *Plant-associated bacteria*. Springer: Dordrecht. 2007. P. 131-153.
- Pishchik, V. N., Mokrousov, I. V., Lazarev, A. M., Vorobyev, N. I., Narvskaya, O. V., Chernyaeva, I. I., ... & Koval, G. N. (1998). Biological properties of some nitrogen-fixing associative enterobacteria. *Plant and soil*, 202(1), 49-59.
- Compant, S., Samad, A., Faist, H., & Sessitsch, A. (2019). A review on the plant microbiome: ecology, functions and emerging trends in microbial application. *Journal of advanced research*.
- Silske hospodarstvo Zakarpattia za 2010–2017 roky. Statystychnyi zbirnyk /Za redaktsiieiu H.D. Hrynyk. Uzhhorod: Holovne upravlinnia statystyky u Zakarpatskii oblasti, 2018. 61 s.
- Natsionalnyi atlas Ukrainy / NAN Ukrainy, Instytut heohrafiy, Derzhavna sluzhba heodezii, kartohrafiy ta kadastru; holov. red. Natsionalnoho atlasu Ukrainy L. H. Rudenko ; holova red. kol. B. Ye. Paton. — K. : DNVP «Kartohrafiia», 2007. - 435 s
- <http://www.basefood-fp7.eu/www.basefood-fp7.eu/index.html>
- Thapa R., Chatterjee A., Abbey W., Butcher K. Carbon dioxide and nitrous oxide emissions from naturally occurring sulfate-based saline soils at different moisture contents. *Pedosphere*. 2017. Vol 27(5). P. 868-876.
- Kniel K. E., Kumar D., Thakur S. Understanding the complexities of food safety using a “One Health” approach. *Microbiology spectrum*. 2018. Vol. 6(1) PFS-0021.
- Czavkelova E. A., Klimova S. Yu., Cherdy`nczeva T. A., Netrusov A. I. Mikroorganizmy` – producenty` stimulyatorov rosta rastenij i ikh prakticheskoe

Бугина Л. М., Паллаг О. В., Рукавчук Р. О., Бойко Н. В.

primenienie (obzor). Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya. 2006. T. 42, № 2. S. 133–143.

21. Pallah, O. V., Meleshko, T. V., Bati, V. V., & Boyko, N. V. (2019). EXTRACTS OF EDIBLE PLANTS STIMULATORS FOR BENEFICIAL MICROORGANISMS. *Biotechnologia Acta*, 12(3), 67-74.

22. Pallah, O., Meleshko, T., Tymoshchuk, S., Yusko, L., & Bugyna, L. (2019). Як уникнути ескапе патогенів використовуючи екстракти їстівних

рослин. *ScienceRise: Biological Science*, (5-6 (20-21)), 30-37.

23. Schlechter, R. O., Miebach, M., & Remus-Emsermann, M. N. (2019). Driving factors of epiphytic bacterial communities: A mini-review. *Journal of advanced research*.

24. Jarvis, K. G., Daquigan, N., White, J. R., Morin, P. M., Howard, L. M., Manetas, J. E., ... & Grim, C. J. (2018). Microbiomes associated with foods from plant and animal sources. *Frontiers in microbiology*, 9, 2540.

## ANALYSIS OF THE MICROBIOM OF LEAF SURFACES OF NATURAL PLANTS OF THE TRANSCARPATHIAN REGION

L. M. Bugyna, O. V. Pallah, R. O. Rukavchuk, N. V. Boyko

**Abstract. Topicality.** Research on the ratio of microorganisms that can exist (persist) on the surface of edible plants, designated as their microbiome, is relevant first of all to predict their potential impact on human health. Establishment of their additional functional characteristics (plant microbiota) is important for the implementation of microbiological innovations in practice in order to solve modern problems of preservation of agricultural plants and plant raw materials.

**The aim of the work** was to investigate the peculiarities of formation of surface microbiota of agricultural plants of the region, prioritized by frequency of food consumption by the population and grown in different agroclimatic zones of Transcarpathian region.

**Materials and methods:** Agricultural plants from three regions of the Transcarpathian region (Uzhhorod, Berehiv and Mizhhirya districts) were selected for the study, namely: fruits of apples (*Malus domestica*), grapes (*Vitis vinifera*), cucumbers (*Cucumis sativus*), tomatoes (*Solanum lycopersicum*), red pepper (*Capsicum annuum* L.), sorrel leaves (*Rumex acetosa*), parsley (*Petroselinum crispum*), dill (*Anethum graveolens* L.), beet (*Beta cicia*), nettle (*Urtica dioica* L.), cabbage (*Brassica oleracea*), onions (*Allium fitulosum* L.) and garlic (*Allium sativum*), which are most commonly used for the preparation of fresh dishes. The identification of isolated from green surfaces of plants by microorganisms was carried out by means of crops with subsequent cultivation of dilutions of flushes of leaf surfaces on differential diagnostic and chromogenic media, using biochemical test systems. If necessary, species identity was refined by proteomic analysis using the MALDI-TOF method.

**Results.** There is a certain affinity in the composition of the epiphytic microbiota of agricultural plants grown in Uzhhorod and Berehiv districts, which can be explained by the concentration of most of the existing enterprises in the region. *Pseudomonas fluorescens*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterococcus faecalis* prevailed among isolated microorganisms from the surfaces of edible plants in these areas. In contrast, the quantitative and qualitative composition of the microbiota of agricultural plants grown

Бугина Л. М., Паллаг О. В., Рукавчук Р. О., Бойко Н. В.

*in the Mizhhirya region, which refers to the mountainous and economically underdeveloped regions with low industrial and agricultural production, was characterized by a greater diversity of isolates and the dominance of typical epiphytic epiphytic bacteria, dill, parsley, red pepper, and grapes. Lactobacillus plantarum strains were also isolated from dill grown in the area.*

**Prospects.** *It has been shown that the composition of plant microbiome, which potentially influences the formation of human microbiome, depends on geographical, ecological and anthropogenic factors of the environment. It is significant that the physical and chemical conditions of the soil, the topology of the plant surface and climatic conditions, the content of BAR and the amount of anthropogenic load directly affect the quality and safety of plant products. Because plants, in addition to their own mechanisms of protection (a set of metabolism processes, as well as the ability to respond to the action of the damaging factor), have an additional protective reserve, which is directly related to the genotype of the plant and depends on the composition of the epiphytic microbiome, which gives resistance to abiotic and abiotic loads or promotes plant growth and nutrition. It is important to take into account information about the microbiome of agricultural plants for plant protection, their quality and to predict the results of interaction with the representatives of the beneficial (intestinal) microbiota.*

**Keywords:** *epiphytic microbiota, microbiome of agricultural plants, Uzhhorod, Berehiv, Mizhhirya regions*

Кругляк Ю. М.

УДК 582.711.26:58.032.3

**ВОДНИЙ РЕЖИМ ЛИСТКІВ РОСЛИН РОДУ *DEUTZIA* THUNB.  
У ЗВ'ЯЗКУ З ЇХ ПОСУХОСТІЙКІСТЮ В УМОВАХ ІНТРОДУКЦІЇ  
У ПІВНІЧНІЙ ЧАСТИНІ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Ю. М. КРУГЛЯК, кандидат біологічних наук

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

*E-mail: ulija\_kr@ukr.net*

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.004>

**Анотація.** Дейції – декоративні і стійкі до техногенного забруднення кущові рослини, які широко використовуються в озелененні. Для таких рослин важливим є стійкість до різних несприятливих факторів зовнішнього середовища, зокрема до посухи. Візуальна оцінка польової посухостійкості рослин не завжди є достатньою, до того ж вона не відображає найменших реакцій рослинного організму на фізіологічному рівні. Тому нами було вирішено встановити ступінь посухостійкості рослин видів і культиварів роду *Deutzia* із колекції дендрарію Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України шляхом вивчення водного режиму листків. Дослід проводили у другій декаді червня 2018 р. у період активного росту пагонів. Йому передував тривалий період без опадів. Листки всіх досліджуваних рослин роду *Deutzia* досить інтенсивно втрачали воду протягом доби, але потім відновлювали її вміст, хоча і у різній мірі (на  $17,8 \pm 3,55$ – $53,9 \pm 2,08$  % від її вмісту при повному водонасиченні) За результатами цього дослідження найбільш стійкими до посухи виявились рослини *D. gracilis* і *D. ×elegantissima*. Найменш стійкими до посухи є рослини *D. schneideriana*, *D. mollis* і *D. scabra*. Загалом рослини роду *Deutzia* є чутливими до дефіциту вологи у ґрунті, але вони здатні відновлювати втрачену після тривалої посухи воду.

**Ключові слова:** *Deutzia Thunb.*, листок, водний режим, посухостійкість

**Актуальність.** *Deutzia* Thunb. – південногларктичний американо-азійський рід. Природним ареалом рослин даного роду є території Східної і Південно-Східної Азії до крайніх західних відрогів Гімалаїв та Північної Америки (Мексика), тому для України вони є інтродуцентами [1, 11]. Інтродукція цих рослин до України почалася ще з середини ХІХ ст. Вони дуже декоративні і достатньо стійкі до умов техногенного забруднення [9]. Однією з вимог до

рослин, які придатні для використання в озелененні є стійкість до посухи.

Візуальна оцінка польової посухостійкості рослин за відомими шкалами [5, 7, 8] не завжди є достатньою для практики. З 2008 р. нами велись спостереження за дейціями із колекції дендрарію Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України (НБС). Польова посухостійкість досліджуваних рослин за візуальними

Кругляк Ю. М.

ознаками була оцінена нами у 7 балів за шкалою В.М. Меженського [7], що не відображає найменших змін у рослинах на фізіологічному рівні як реакції на дефіцит вологи у ґрунті. Хоча, навіть у межах одного балу шкали візуальної оцінки на фізіологічному рівні у різних рослин можуть спостерігатися певні відмінності.

Під час дії різного роду стресів, зокрема дефіциту вологи, у рослинах відбуваються адаптаційні процеси, починаючи від молекулярного рівня і закінчуючи пристосуваннями на рівні організму. Знання цих процесів важливо як для цілісного розуміння стійкості рослини до стресу, так і для керування процесами росту і розвитку [10, 12].

Для визначення потенційної посухостійкості рослин достатньо ефективним ми вважаємо метод діагностики за станом листкової пластинки, що передбачає використання лабораторного методу в'янення [6]. Цей метод моделює умови ґрунтової посухи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У 1994 – 1999 рр. велись спостереження за рослинами роду *Deutzia* колекції дендрарію НБС. Протягом цього періоду була оцінена польова посухостійкість рослин за візуальною шкалою [9]. Також проводились дослідження стійкості рослин деяких видів данного роду в умовах Степового Придніпров'я. Була оцінена польова посухостійкість

рослин у цьому регіоні і проведені дослідження стійкості за допомогою фізіологічних методів [2–4].

**Метою** дослідження було встановити ступінь посухостійкості рослин видів і культиварів роду *Deutzia* із колекції дендрарію НБС шляхом вивчення водного режиму листків.

**Матеріали і методи.** Водний режим листків рослин роду *Deutzia* досліджували ваговим методом за М.Д. Кушніренка [6]. Дослід проводили у другій декаді червня 2018 р. у період активного росту пагонів. Дослід передувало тривалий період без опадів (21 день). Вологість повітря зменшувалась до 30%, а максимальна температура становила +30°C.

Об'єктами нашого дослідження були рослини таких видів і культиварів роду *Deutzia* із колекції дендрарію НБС: *D. ×elegantissima* (Lemoine) Rehd., *D. gracilis* Sieib. et Zucc., *D. ×magnifica* (Lemoine) Rehd., *D. mollis* Duthie, *D. ×rosea* (Lemoine) Rehd., *D. scabra* Thunb., *D. schneideriana* Rehd., *D. scabra* 'Candidissima', *D. scabra* 'Plana', *D. longifolia* 'Sessiliflora'. У природі рослини цих видів зростають у Центральному Китаї (*D. mollis*, *D. schneideriana*) і Японії (*D. gracilis*, *D. scabra*) [1, 11]. Вік досліджуваних рослин становить близько 60 років.

Зразки відбирали у другій половині дня за умов сонячної погоди із центральної частини пагонів

Кругляк Ю. М.

середньої третини крон модельних кущів. Відбирали по 10 листків у двох повторностях. Зразки вміщували у целофанові пакети і доставляли у лабораторію. Зразки листків зважували на електронних вагах ТВТВ 404316 HE з точністю до 0,05 г. Після першого зважування зразки протягом 12 годин доводили до повного водонасичення і знову зважували. Після цього рослини розміщували на фільтрувальному папері в умовах постійної температури і вологості повітря. Наступні зважування проводили через 2, 4, 6, 12, 24 години, після чого зразки знову доводили до повного насичення водою і знову зважували. Потім листки висушували до абсолютно сухого стану при температурі 105°C у сушильній шафі і знову зважували.

Розрахунковим шляхом визначали вміст загальної води, водний дефіцит, водоутримуючу здатність листків протягом доби, відносну тургоресцентність листків та їхню водопоглинаючу здатність після в'янення.

**Результати дослідження та обговорення.** Отримані результати свідчать, що листки всіх досліджуваних рослин роду *Deutzia* досить інтенсивно втрачали воду протягом доби (рис. 1). Вже через 2 години після початку в'янення листки втратили від  $23,8 \pm 0,22\%$  до  $52,4 \pm 2,42\%$  від загальної маси, а через 4 години – від  $37,1 \pm 0,95\%$  до  $71,2 \pm 3,01\%$ . Вважається, що ці втрати у масі листків відбуваються за рахунок випаровування води.

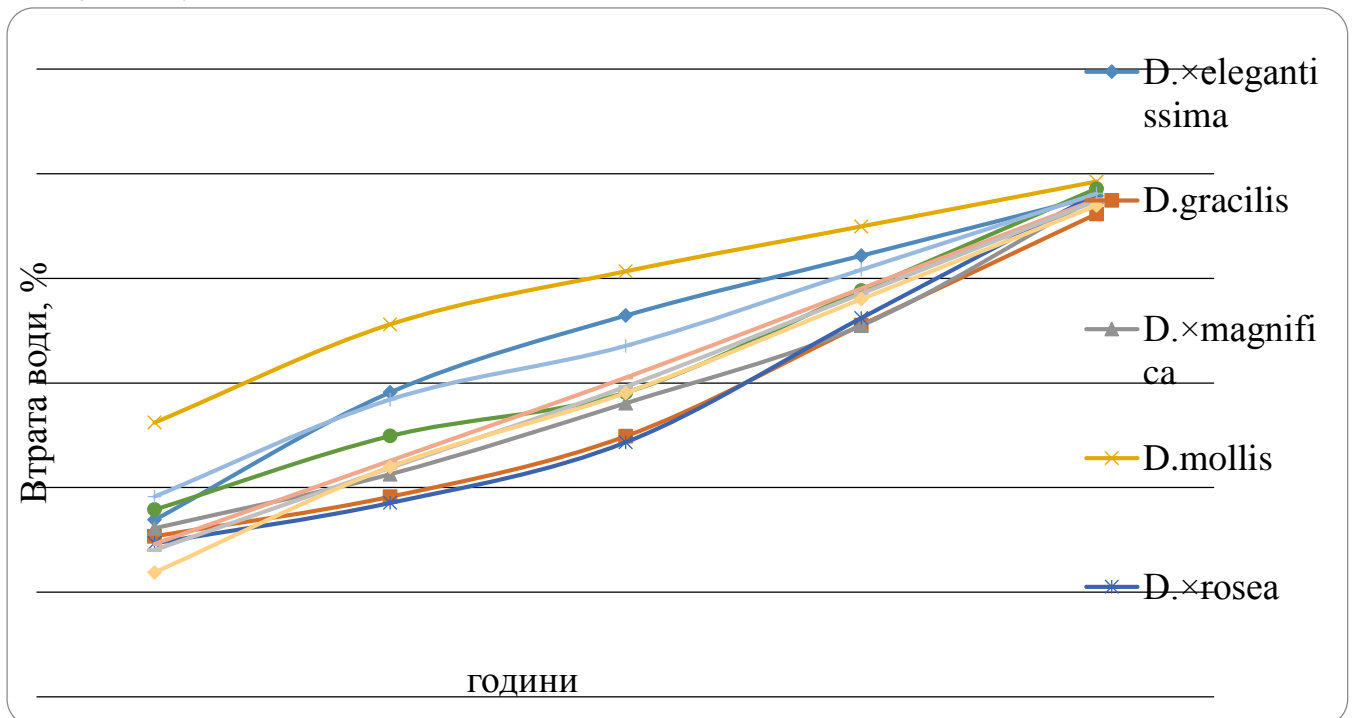


Рис. 1. Динаміка втрати води листками рослин роду *Deutzia* протягом доби

Кругляк Ю. М.

Через 6 годин після початку в'янення втрати води листками становили від  $49,8 \pm 5,78$  % до  $81,3 \pm 2,54$  %, а через 12 годин –  $71,0 \pm 9,34$  % –  $89,9 \pm 3,79$  %. Вже через 24 години листки досліджуваних рослин втратили від  $92,3 \pm 0,3$  % до  $98,5 \pm 1,52$  % води. Менш інтенсивно втрачали воду листки *D. gracilis*, а найбільш інтенсивно – *D. mollis*.

Вміст загальної води у листках дейцій різних таксонів варіював від  $77,8 \pm 2,52$  % у *D. ×elegantissima* до  $84,2 \pm 0,08$  % у *D. scabra* від загальної маси листків (табл. 1). Значною мірою варіював показник водного дефіциту.

### 1. Водний режим листків рослин роду *Deutzia*

Вид, культивар	Загальна вода, %	Дефіцит води, %	Відносна тургоресцентність, %	Водопоглинаюча здатність, %
<i>D. ×elegantissima</i>	$77,8 \pm 2,52$	$2,9 \pm 0,60$	$97,1 \pm 0,60$	$41,1 \pm 8,02$
<i>D. gracilis</i>	$79,7 \pm 1,10$	$17,3 \pm 1,26$	$82,7 \pm 1,26$	$53,9 \pm 2,08$
<i>D. ×magnifica</i>	$79,0 \pm 0,51$	$1,6 \pm 0,25$	$98,4 \pm 0,25$	$22,5 \pm 0,92$
<i>D. mollis</i>	$81,3 \pm 1,34$	$7,7 \pm 1,81$	$92,1 \pm 1,81$	$18,7 \pm 2,54$
<i>D. ×rosea</i>	$80,0 \pm 0,72$	$4,3 \pm 0,32$	$95,7 \pm 0,32$	$25,5 \pm 0,47$
<i>D. scabra</i>	$84,2 \pm 0,08$	$8,3 \pm 1,41$	$91,7 \pm 1,41$	$17,8 \pm 3,55$
<i>D. schneideriana</i>	$84,0 \pm 0,50$	$1,1 \pm 0,06$	$98,9 \pm 0,06$	$19,6 \pm 2,03$
<i>D. scabra</i> 'Candidissima'	$81,2 \pm 0,62$	$5,0 \pm 3,69$	$95,0 \pm 3,69$	$23,1 \pm 5,63$
<i>D. scabra</i> 'Plana'	$80,7 \pm 0,19$	$5,1 \pm 0,63$	$94,9 \pm 0,63$	$33,9 \pm 6,26$
<i>D. longifolia</i> 'Sessiliflora'	$82,6 \pm 0,29$	$6,5 \pm 2,33$	$93,5 \pm 2,33$	$26,9 \pm 5,36$

Найгірше відновили вміст води після в'янення листки *D. scabra*, *D. mollis* і *D. schneideriana*, на що вказує показник водопоглинаючої здатності. Вони увібрали лише  $17,8 \pm 3,55$  %,  $18,7 \pm 2,54$  % і  $19,6 \pm 2,03$  % води від її вмісту при повному водонасиченні відповідно. Найкраще відновили вміст води листки *D. gracilis* – на  $53,9 \pm 2,08$  % від її

Найменші його значення мали листки *D. schneideriana* ( $1,1 \pm 0,06$  %) і *D. ×magnifica* ( $1,6 \pm 0,25$  %). Найбільший дефіцит води спостерігався у *D. gracilis* ( $17,3 \pm 1,26$  %).

Показник відносної тургоресцентності вказує на те, що вміст води у листках усіх досліджуваних рослин одразу після збору зразків був достатньо високим по відношенню до її вмісту при повному водонасиченні: від  $82,7 \pm 1,26$  % у *D. gracilis* до  $98,9 \pm 0,06$  % у *D. schneideriana*.

вмісту при повному водонасиченні. Дещо менше, але теж на достатньому рівні відновився вміст води у листках *D. ×elegantissima* – на  $41,1 \pm 8,02$  %.

**Висновки і перспективи.** Аналіз водного режиму листків дозволив нам визначити потенційну посухостійкість рослин роду *Deutzia*. За результатами цього дослідження найбільш стійкими до посухи серед

Кругляк Ю. М.

досліджених рослин ми вважаємо *D. gracilis* і *D. ×elegantissima*. У листках *D. gracilis* хоча і був найбільший дефіцит води на початку досліду, але вони втратили найменше вологи протягом 24 годин в'янення і водопоглинаюча здатність у них була найкращою. У листках *D. ×elegantissima* дефіцит води був одним з найменших. Протягом 24 годин в'янення вони втратили дещо більше води, ніж *D. gracilis*, але водопоглинаюча здатність у них була значно кращою, ніж у решти видів.

Найменш стійкими до посухи виявились рослини *D. schneideriana*, *D. mollis* і *D. scabra*. Листки рослин першого виду хоча і мали найменший дефіцит води на початку досліду, але протягом 24 годин в'янення втратили багато води і водопоглинаюча здатність у них була однією з

найслабших. Листки рослин *D. mollis* і *D. scabra* на початку досліду мали одні з найбільших дефіцитів води, протягом 24 годин в'янення втратили найбільше води і водопоглинаюча здатність у них була найслабшою. Рослини решти видів за результатами цього досліду мають середню стійкість до посухи.

Загалом рослини роду *Deutzia* є чутливими до дефіциту вологи у ґрунті, але вони здатні швидко відновлювати втрачену після тривалої посухи воду.

Також даним експериментом показано, що навіть у межах одного балу шкали візуальної оцінки польової посухостійкості рослин на нижчих рівнях організації рослинного організму (тканинному, клітинному) відбуваються значні зміни у водному режимі листків.

### Список використаних джерел

1. Зайконникова Т.И. Дейции — декоративные кустарники. Монография рода *Deutzia* Thunb. Москва; Ленинград: Наука, 1966. 140 с.
2. Зайцева И.А. Водный баланс растений семейства *Saxifragaceae* в условиях Степного Приднепровья. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*. 2006. № 14 (2). С. 72–78.
3. Зайцева И.А. Оценка полевой засухоустойчивости древесных интродуцентов. *Фальц Фейнівські читання: зб. наук. праць*. Херсон, 2007. С. 128–131.
4. Зайцева И.А. Энтропийные характеристики устойчивости растений: информационный и термодинамический подходы. *Екологія та ноосферологія*. 2012. Т. 23, № 1 – 2. С. 32–40.
5. Кохно Н.А., Курдюк А.М. Теоретические основы и опыт интродукции растений на Украине. Киев: Наукова думка, 1994. 185 с.

6. Кушниренко М.Д., Гончарова Э.Л., Бондарь Е.М. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости плодовых растений. Кишинёв: Штиинца, 1970. 80 с.

7. Меженський В.М. Уніфікування шкал оцінок, що застосовуються при інтродукції деревних рослин. *Інтродукція рослин*. 2007. № 4. С. 26–37.

8. Пятницкий С.С. Практикум по лесной селекции. Москва: Сельхозиздат, 1961. 271 с.

9. Счепицкая Т.С. Биологические особенности видов семейства *Hydrangeaceae* Dum. в связи с интродукцией в Правобережной Лесостепи Украины: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 / Нац. бот. сад им. Н.Н. Гришко. Киев, 2000. 196 с.

10. Chaves M.M., Maroco J.P., Pereira J.S. Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology*. 2003. 30, P. 239–264. doi: 10.1071/FP02076

Кругляк Ю. М.

11. Flora of China. Missouri BGP. 2001. Vol. 8. P. 395—403.

12. Varshney R.K., Tuberosa R., Tardieu F. Progress in understanding drought tolerance: from alleles to cropping systems. *Journal of Experimental Botany*. 2018. Vol. 69, No. 13. P. 3175 – 3179. doi: 10.1093/jxb/ery187

### References

1. Zaikonnikova, T.I. (1966). Dejicii — dekorativnye kustarniki. Monografiya roda *Deutzia* Thunb. [Deutzia – ornamental shrubs. Monograph of *Deutzia* Thunb. genus]. M.,L.: Nauka, 140.

2. Zaitseva, I. A. (2006). Vodnyj balans rastenij semejstva *Saxifragaceae* v usloviyah Stepnogo Pridneprovya [Water balance in plants of family *Saxifragaceae* under conditions of Steppe Dnieper region]. Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology, № 14 (2), 72–78.

3. Zaitseva, I. A. (2007). Ocenka polevoj zasuhoustojchivosti drevesnyh introducentov [Assessment of field drought tolerance of introduced woody plants]. Faltz Fein reading. Kherson, 128–131.

4. Zaitseva, I. A. (2012). Entropijnnye karakteristiki ustojchivosti rastenij: informacionnyj i termodinamicheskij podhody [Information and thermodynamic entropy as characteristics of plant stability]. Ecology and noospherology, Vol. 23, № 1 – 2, 32–40.

5. Kohno, N.A., Kurdyuk, A.M. (1994). Teoreticheskie osnovy i opyt introdukcii rastenij na Ukraine [Theoretical foundations and experience of plant introduction in Ukraine]. K.: Naukova dumka, 185.

6. Kushnirenko, M.D., Goncharova, E.L., Bondar, E.M. (1970). Metody izucheniya vodnogo obmena i zasuhoustojchivosti plodovyh rastenij [Methods for studying water metabolism and drought tolerance of fruit plants]. Kishinev: Shtiinca, 80.

7. Mezhenky, V.M. (2007). Unifikuvannia shkal otsinok, shcho zastosovuiutsia pry introdukcii derevnykh roslyn [Unification of rating scales used in the introduction of woody plants]. Plants introduction, № 4, 26–37.

8. Pyatnitsky, S.S. (1961). Praktikum po lesnoj selekcii [Forest breeding workshop]. M.: Selhozizdat, 271.

9. Schepitskaya, T.S. (2000). Biologicheskie osobennosti vidov semejstva *Hydrangeaceae* Dum. v svyazi s introdukciej v Pravoberezhnoj Lesostepi Ukrainy [Biological features of species of the *Hydrangeaceae* Dum. family in connection due to their introduction of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Kiev, 196.

10. Chaves, M.M., Maroco, J.P., Pereira, J.S. (2003) Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology*, 30, 239–264. doi: 10.1071/FP02076.

11. Flora of China. Missouri BGP (2001), Vol. 8, 395—403.

12. Varshney, R.K., Tuberosa, R., Tardieu, F. (2018). Progress in understanding drought tolerance: from alleles to cropping systems. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 69, No. 13, 3175 – 3179. doi: 10.1093/jxb/ery187.

## ВОДНЫЙ РЕЖИМ ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ РОДА *DEUTZIA* THUNB. В СВЯЗИ С ИХ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Ю. М. Кругляк

**Аннотация.** Дейции–декоративные и устойчивые к техногенному загрязнению кустарниковые растения, которые широко используются в озеленении. Для таких растений важной является устойчивость к разного рода неблагоприятным факторам внешней среды, в частности к засухе. Визуальная оценка полевой засухоустойчивости растений не всегда является достаточной, к тому же она не отображает наименьших реакций растительного организма на физиологическом уровне. Поэтому было решено определить степень засухоустойчивости растений видов и культиваров рода *Deutzia* из коллекции

Кругляк Ю. М.

дендрария Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко НАН Украины путем изучения водного режима листьев. Исследование проводили во второй декаде июня 2018 г. в период активного роста побегов. Ему предшествовал длительный период без осадков. Листья всех исследуемых растений рода *Deutzia* довольно интенсивно теряют воду на протяжении суток, но потом возобновляют ее содержание, хотя и в разной степени (на  $17,8 \pm 3,55$ – $53,9 \pm 2,08\%$  от ее содержания при полном водонасыщении). По результатам этого исследования наиболее устойчивыми к засухе оказались растения *D. gracilis* и *D. × elegantissima*. Наименее устойчивыми к засухе являются растения *D. schneideriana*, *D. mollis* и *D. scabra*. В общем растения рода *Deutzia* чувствительны к дефициту воды в почве, но они способны возобновлять потерянную после длительной засухи воду.

**Ключевые слова:** *Deutzia Thunb.*, лист, водный режим, засухоустойчивость

**WATER REGIME OF THE LEAVES OF PLANTS OF *DEUTZIA* THUNB. GENUS DUE TO THEIR DROUGHT TOLERANCE IN THE CONDITIONS OF INTRODUCTION IN THE NORTHERN PART OF THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE**  
**Yu. M. Krugliak**

**Abstract.** *Deutzias* are ornamental and resistant to technogenic pollution shrub plants that are widely used in landscaping. Resistance to various adverse environmental factors, in particular to drought, is important for such plants. Visual assessment of field drought tolerance of plants is not always sufficient; moreover, it does not reflect the smallest reactions of the plant at the physiological level. Therefore, it was decided to determine the degree of drought tolerance of plant species and cultivars of the genus *Deutzia* from the arboretum collection of the M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine by studying the water regime of leaves. The study was carried out in the second decade of June 2018 during the period of active growth of shoots. It was preceded by a long period without precipitation. Leaves of all studied plants of the genus *Deutzia* quite intensively lose water during twenty-four hours, but then they resume its content, although to a different degree (by  $17.8 \pm 3.55$ – $53.9 \pm 2.08$  % of its content when fully saturated). According to the results of this study, *D. gracilis* and *D. × elegantissima* were most resistant to drought. The least resistant to drought are *D. schneideriana*, *D. mollis* and *D. scabra*. In general, plants of the genus *Deutzia* are sensitive to water deficiency in the soil, but they are able to renew water lost after prolonged drought.

**Key words:** *Deutzia Thunb.*, leaf, water regime, drought tolerance

## ВПЛИВ МІКРООРГАНІЗМІВ З ФУНГІЦИДНОЮ ТА ІНСЕКТИЦИДНОЮ ДІЯМИ НА БІОЛОГІЧНУ АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ КОРЕНЕВОЇ ЗОНИ КУКУРУДЗИ

А. А. БУНАС, кандидат біологічних наук, старший дослідник

*E-mail:* bio-206316@ukr.net

Є. Д. ТКАЧ, кандидат біологічних наук, старший дослідник

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*E-mail:* bio\_eco@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.005>

**Анотація.** Переважна більшість сучасних хімічних протруйників усуває проблему поширення хвороб та шкідників, але призводить до погіршення екологічного стану агроценозів. Проте застосування біопрепаратів дає змогу не лише отримати високоякісну, екологічно безпечну агропродукцію, а і зберегти екологічну рівновагу в агроценозі. Нами досліджено біологічну активність ґрунту кореневої зони рослин кукурудзи за передпосівного оброблення насіння комплексом композицій мікроорганізмів № 1 та № 2. Дослідження передбачало контроль (без оброблення насіння), передпосівне оброблення насіння сумішшю хімічних препаратів та передпосівне оброблення насіння комплексом композицій мікроорганізмів № 1 та № 2. У дослідженнях використовували гібриди кукурудзу української селекції Хорол СВ та Візир. Відбір ґрунтових зразків та мікробіологічні дослідження проводились загальноприйнятими методами.

Передпосівне оброблення насіння кукурудзи комплексом композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 знижувало чисельність мікроміцетів у 1,8–2,2 рази, проте загальна біологічна активність ґрунту була на рівні контрольних варіантів. У варіантах із досліджуваним комплексом композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 підвищувався рівень антифунгальної активності більше ніж у 4–7 разів відносно контролю, та 1,5 рази відносно варіантів, де застосовували хімічні препарати. Отже, в умовах тимчасових польових досліджень доведено, що біоагенти композицій № 1 та № 2, інтродуючись у кореневу зону рослин кукурудзи, через передпосівне оброблення насіння, ініціюють зміни у функціонуванні мікробіоценозу та захищають рослини впродовж їхньої вегетації. Отже, комплекс композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 є перспективним для створення сучасного, комплексного біопрепарату, який в подальшому дозволить отримати еколого-безпечну агропродукцію.

**Ключові слова:** емісія диоксиду вуглецю, біомаса мікроорганізмів, антифунгальна активність, фітотоксичність, чисельність мікроміцетів, кукурудза, біопрепарати, мікроорганізми, біофунгіцид, біоінсектицид.

**Актуальність.** Постійно зростаюча чисельність населення Землі сприяє збільшенню виробництва продуктів харчування у світі, забезпечуючи найважливішу потребу людства – харчовий ресурс. Одним з

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

джерел функціональної їжі для людства є кукурудза [1, с. 902; 2, с. 1]. Доведено, що інтенсивне агровиробництво та високі врожаї сільськогосподарських культур підвищують антропогенне навантаження як на агроценози так і природні екосистеми. Одержання максимально якісної агропродукції при високому врожаї є фундаментом ефективного господарювання. Проте однією з перешкод, до отримання такої продукції стають хвороби посівів сільськогосподарських культур, збудники яких передаються через посівний матеріал або накопичуються у ґрунті. Передпосівне оброблення насіння протруйниками захисної та інсектицидної дії має значну перевагу перед обробленням вегетуючих посівів, оскільки менш трудомістке та економічно доцільне. Серед агровиробників вважається, що такий агроприйом є обов'язковим оскільки, щороку кукурудза страждає від низки інфекційних захворювань, які знижують кількість і якість врожаю. Втрати врожаю від хвороб сягають 10–20 %, за сприятливих погодних умов для розвитку фітопатогенів і вище.

Агровиробникам, в умовах сьогодення, для боротьби з шкідниками та хворобами рослин, грибного і бактеріального походження, пропонується значний асортимент хімічних протруйників насіння, які входять до переліку дозволених агрохімікатів та пестицидів в Україні. Переважна більшість сучасних

хімічних протруйників усуває проблему поширення хвороб та шкідників, але призводить до погіршення екологічного стану агроценозів. Тому дедалі більшого поширення в агротехнологіях під час вирощування зернових культур набуває біологічний метод захисту, що ґрунтується на використанні живих мікроорганізмів та продуктів їх метаболізму [3, с. 77; 4, с. 137; 5, с. 117; 6, с. 76–85].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Кукурудза (*Zea mays* L.) впродовж періоду вегетації рослини та під час зберігання зерна вражається більше ніж сотнею видів фітопатогенних грибів та бактерій, мікоплазмами та вірусами [7, с. 106–108; 8, с. 10–11]. Найпоширенішими серед хвороб грибного та бактеріального походження є пліснявіння проростаючого насіння і сходів, кореневі, стеблові гнилі, пухирчата та летуча сажки, гельмінтоспориоз, а з хвороб качанів – фузаріоз, нігроспороз, сіра гниль, бактеріоз та інші, розвиток яких спричиняє захворюваність рослин від фази проростання (до 20 %), до ураження качанів та зерна у полі (до 40 %), а в подальшому під час зберігання. Найчастіше проростки кукурудзи уражуються комплексом збудників хвороб грибної етіології з родів *Pytium spp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Alternaria spp.* та ін. Слід зазначити, що кореневі гнилі поширені у всіх

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

регіонах вирощування зернових культур. Ураження рослин відбувається за рахунок спор, які знаходяться у ґрунті та на рештках рослин кукурудзи [3, с.89; 9, с. 93; 10, с.1–6]. Окрім того, рослини кукурудзи уражуються шведською мухою, дротяниками.

Ефективність застосування біопрепаратів, що містять живі мікроорганізми значною мірою залежить від впливу абіотичних чинників (температури, вологості, рН, тощо) [11, с. 48; 12, с. 48; 13, с.101–105; 14, с. 107]. Вони можуть діяти на динаміку інокулянту безпосередньо, справляючи стресовий або стимулюючий вплив на інтродукований штам мікроорганізмів, або опосередковано, змінюючи чисельність та фізіологічну активність інших живих організмів екосистеми. Суттєво впливає на функціонування мікроорганізмів у агроекосистемах, вміст у ґрунті мінеральних речовин, кореневі екsudати рослин. Одним із визначальних факторів успішної інтродукції мікробних препаратів у агроекосистеми є властивості штамів мікроорганізмів, введених до їх складу, особливості рослин, при вирощуванні яких передбачається застосовувати ці препарати, та фізіологічна активність живих організмів, що формують цю екосистему [15, с. 255; 16, с. 39]. Саме в кореневій зоні рослин з найбільшою активністю проявляються всі позитивні та негативні сторони взаємовідносин мікроорганізми–

рослина. Серед позитивних взаємовідносин найбільш суттєвими є оптимізація режиму забезпечення рослини елементами живлення, фітогормональна регуляція росту та розвитку рослин, біоконтроль над фітопатогенами та шкідниками, індукція стійкості рослин до захворювань, біодеструкція ксенобіотиків і полютантів. Негативна сторона взаємовідносин рослин з мікроорганізмами кореневої зони полягає в ігнбуванні росту, розвитку патогенних процесів, що призводять до захворювання рослин, інгібуванні розвитку корисних мікроорганізмів кореневої зони рослин [17, с. 56–57; 18, с. 200; 19, с. 893–897].

У випадках коли рослина забезпечена повноцінним комплексом мікроорганізмів та створює в своїй кореневій зоні сталий мікробіоценоз, рослини виникає можливість забезпечити рослинний організм повноцінним живлення, а відповідно і реалізувати свій потенціал урожайності. Якщо в агроценозі порушино структуру мікробіоценозу, випадають певні трофічні групи мікроорганізмів то внесення достатньої кількості мінеральних добрив під культур не дозволить сформувати очікуваний врожай [20, с. 38–44]. Доведено, що мікробіоценоз ґрунту відіграє важливу роль у формуванні фунгістатичного потенціалу. До основних механізмів пригнічення розвитку фітопатогенів штамми агрономічно-корисних

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

мікрорганізмів відносять: здатність конкурувати з фітопатогенами за поживні субстрати, позбавляючи останніх можливості займати звичну для нього екологічну нішу; ферментативну активність, що приводить до лізису клітин фітопатогенів; здатність продукувати антибіотики, що пригнічують розвиток фітопатогенів; здатність викликати у рослин реакції системної стійкості [21, с. 1–20; 22, с. 342–355; 23, с. 39–43].

Впродовж останніх десятиліть в Україні та ряді інших країн світу створено значну кількість мікробних препаратів, що успішно застосовуються для корекції мікробних процесів у агроecosистемах. Серед них найперспективнішими слід вважати препарати комплексної дії, створені на основі двох або більшої кількості мікроорганізмів [24, с. 117; 25, с. 3–9]. Комплексні мікробічні препарати здатні поліпшувати живлення рослин, стимулювати їх ріст і розвиток, захищати рослини від фітопатогенів та шкідників, підвищувати та покращувати якість врожаю. При вирощуванні зернових культур найчастіше застосовують біопрепаратами, з фунгіцидними властивостями, останні дозволяють захистити рослини від кореневих гнилей, хвороб листя та колосу. Найбільше поширені бактеріальні препарати на основі *Paenibacillus polymyxa* [17, с. 56], *Bacillus subtilis* [9, с. 93; 26, с. 91.], *Bacillus pumilus* [27, с. 503], *Pseudomonas aureofaciens* [28, с.

70–71], *Trichoderma Viride* [29, с. 80–88] та багато ін. В Україні зареєстровано понад 20 мікробних препаратів, серед них ряд препаратів захисної дії: Агат-25, Триходермін, Біополіцид, Біонорма *Pseudomonas*, Бактофіт, Фітоверм, Фітоцид. У світі створено комплексні мікробіологічні добрива, до складу яких введено 12 штамів мікроорганізмів, що включають представників родів *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Mucor*, *Trichoderma* та ін.

**Мета.** Визначити вплив композиції перспективних штамів мікроорганізмів, які володіють захисною та інсектицидною діями на біологічну активність ґрунту кореневої зони рослин кукурудзи.

**Методи.** Тимчасові дослідження проводились на дослідних полях Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. У дослідах використовували кукурудзу гібридів Хорол СВ (ФАО 270), оригінатор ННЦ «Інститут землеробства НААН» та Візир (ФАО 350) оригінатор Інститут сільського господарства степової зони НААН. Площа дослідних ділянок – 25,2 м<sup>2</sup> з шириною міжрядь 0,7 м та нормою висіву насіння 50 тис. нас. / га. Повторюваність досліду – трьох разова. Агротехніка загальноприйнята для умов Лісостепу. Передпосівне оброблення насіння кукурудзи проводили сумішшю хімічних препаратів та комплексом композиції мікроорганізмів № 1 та № 2.

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

- В якості еталонів порівняння використовували відомі хімічні препарати компанії Syngenta: Максим XL (препарат фунгіцидної дії з д.р. флудіоксоніл і металаксил-М) та Круїзер (інсектицид, д.р. – тіаметоксам).

- **Композиція мікроорганізмів № 1** складалася з штамів *Paenibacillus polymyxa* 6М [17, с. 55] та *Pseudomonas fluorescens* K-11 [23, с. 459], колекція мікроорганізмів Інституту агроекології і природокористування НААН, титр –  $3,2 \cdot 10^9$  КУО/мл. Дана композиція володіє захисною дією, а саме високим рівнем антагоністичних властивостей відносно збудників грибних захворювань культурних рослин. Норма використання композиції 0,5 л на 100 кг насіння.

- **Композиція мікроорганізмів № 2** складалася з штамів *Bacillus thuringiensis* 2729 та *Streptomyces* spp, колекція мікроорганізмів Інституту агроекології і природокористування НААН, титр –  $4,7 \cdot 10^9$  КУО/мл. Композиція мікроорганізмів володіє контактною та системною дією, що дозволяє контролювати широкий спектр шкідників. Норма використання 1,25 л на 100 кг насіння.

Дослідження передбачало наступну схему: **1.** контроль (насіння кукурудзи без оброблення), **2.** передпосівне оброблення насіння сумішшю препаратів Максим XL+Круїзер; **3.** передпосівне оброблення насіння комплексом композицій № 1 та № 2.

Для визначення функціонування мікробіоценозу та інтенсивності процесів, що в ньому протікають відбирали зразки ґрунту кореневої зони кукурудзи в фазі викидання волоті. Чисельність мікроміцетів у кореневій зоні визначали методом посіву граничних розведень мікробних суспензій на агаризоване середовища Чапека, з подальшим підрахунком колоній, що виростили на 4 добу інкубації [30, с. 151]. Вміст вуглецю мікробної біомаси в ґрунті визначали регідратаційним методом, шляхом м'якого висушування зразків при температурі 65-70°C протягом 24 годин з подальшою екстракцією 0,5 М розчином  $K_2SO_4$  [31, с.115–120]. Інтенсивність емісії діоксиду вуглецю з ґрунту визначали методом Штатнова [30, с. 156]. Антифунгальну активність ґрунту кореневої зони кукурудзи визначали шляхом вимірювання зони пригнічення росту тест-культур фітопатогенний гриб р. *Fusarium* Link., з колекції Інституту агроекології і природокористування НААН [32, с. 1–5]. Фітотоксичність ґрунту кореневої зони кукурудзи визначали за методом Гродзинського у модифікації Мочалова і Шерстобоева [33, с. 1–5]. Статистичну обробку експериментальних результатів виконано в програмі Statistica 6.0.

**Результати та їх обговорення.** Біологічна активність ґрунту кореневої зони сільськогосподарських культур є функцією живої її компоненти, а саме мікробіоценозу, яка визначається за

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

рахунок інтенсивності його біологічних процесів. У процесі життєдіяльності ґрунтова мікрофлора переробляє органічні рештки в ґрунті, а сама мікробна маса, величина якої знаходиться в прямій залежності від вмісту органіки, є важливим джерелом доступних для рослин елементів живлення. Не менш важливим показником є інтенсивність виділення вуглекислоти ґрунтом кореневої зони рослин.

У досліджуваних агроєкосистемах визначали вміст мікробної біомаси, емісії вуглекислого газу, фітотоксичність та чисельність мікроміцетів (табл. 1). Дослідження впливу передпосівного оброблення насіння кукурудзи хімічними препаратами (Максим XL+Круїзер) та поєднанням композицій № 1 та № 2 на біологічну активність ґрунту кореневої зони рослин, засвідчили про значні зміни функціонування мікробіоценозу кореневої зони рослин кукурудзи. Застосування хімічних препаратів пригнічує розвиток мікроміцетів у ґрунті у 2,4–3,3 рази порівняно з контролем. Проте оброблення насіння кукурудзи поєднанням композицій № 1 та № 2, за ефективністю не поступалися хімічним препаратам та сприяли зниженню чисельності мікроміцетів у 1,8–2,2 рази. Таким чином, захисна функція комплексу композицій № 1 та № 2 проявлялась у інгібуванні розвитку мікроскопічних грибів впродовж вегетації рослин кукурудзи, що в свою чергу свідчить

про успішну колонізацію кореневої зони рослин кукурудзи мікроорганізмів-агентів композицій № 1 та № 2.

Встановлено, що вміст біомаси мікроорганізмів залежав від засобів передпосівного оброблення насіння, виду гібриду та року дослідження. Активне збільшення вмісту мікробної біомаси відмічали у варіантах з застосуванням комплексу композицій № 1 та № 2 з поступовим її зниженням до кінця вегетації кукурудзи, що свідчить про затухання процесів життєдіяльності у мікробіоценозі ґрунту кореневої зони рослин кукурудзи. Вміст біомаси в ґрунті кореневої зони рослин за умови інокуляції насіння комплексу композицій № 1 та № 2 становив 281–305 мкг С/г ґрунту, що на 39–47 мкг С/г ґрунту, менше ніж на контрольній ділянці. Оброблення насіння Максим XL+Круїзер знижувало показник мікробної біомаси на 27–32,5 % залежно від гібриду кукурудзи. Найвищий рівень емісії диоксиду вуглецю у ґрунті кореневої зони рослин кукурудзи відмічали для варіанту дослідження де застосовували комплекс композицій № 1 та № 2. Виявлено, що використання комплексу композицій № 1 та № 2 сприяло збільшенню виділення CO<sub>2</sub> на 5,4–10,8 % відносно контрольного та варіантів з хімічним протруєнням насіння. В свою чергу, показник емісії двоокису вуглецю ґрунту зменшувався за дії хімічних препаратів на 13–18,8 %

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

відносно контролю, що свідчить про зниження інтенсивності процесів мікробіоценозу кореневої зони рослин кукурудзи.

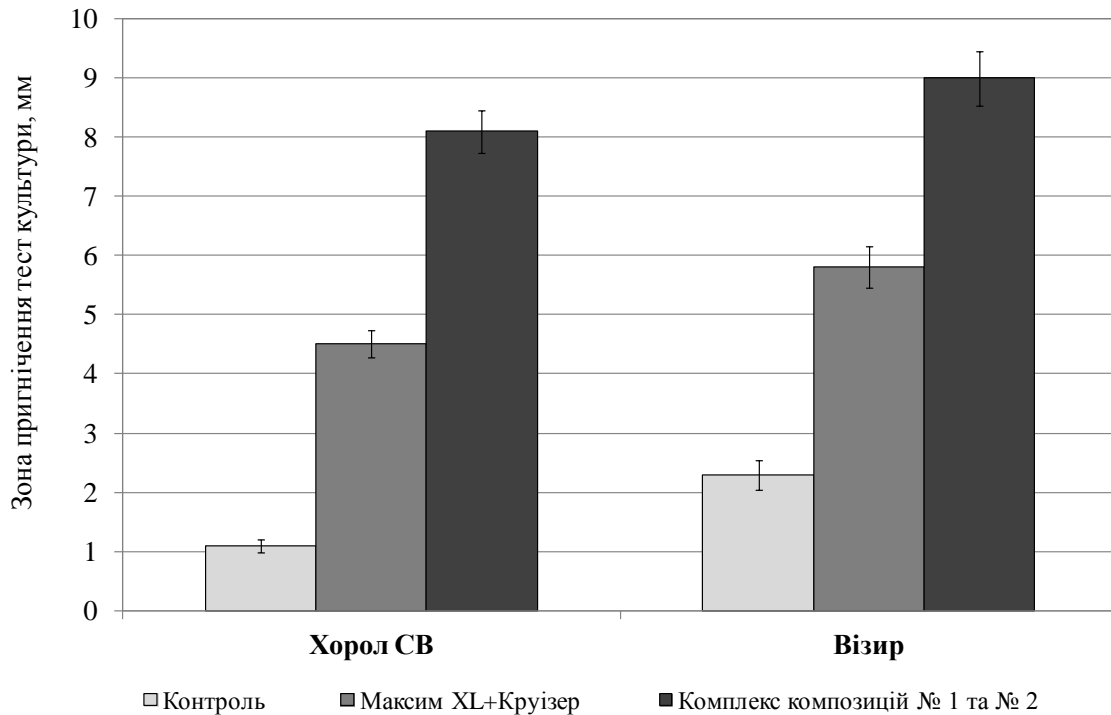
### 1. Біологічна активність ґрунту кореневої зони кукурудзи

Варіанти	Чисельність мікроміцетів, тис. КУО/ г ґрунту	Емісія диоксиду вуглецю, мг CO <sub>2</sub> /кг ґрунту за добу	Біомаса, мкг С/ г ґрунту	Фітотоксичність, %
<b>Хорол СВ</b>				
Контроль	67,4±8,1	42,51±3,8	352±28,2	14,2
Максим XL+Круїзер	28,6±2,3	36,93±2,2	256±16,0	5,4
Комплекс композицій № 1 та № 2	36,8±4,3	44,79±2,5	305±22,0	10,5
<b>Візір</b>				
Контроль	73,6±7,4	38,14±2,7	320±27,5	15,8
Максим XL+Круїзер	22,5±3,4	30,97±1,9	216±16,5	6,3
Комплекс композицій № 1 та № 2	32,9±3,2	42,25±3,4	281±21,8	9,1

Доречно зазначити, що ґрунт кореневої зони рослин кукурудзи у фазі викидання волоті не володів фітотоксичними властивостями, що доводить відсутність накопичення спор фітопатогенних грибів та бактерій у ґрунті. Показник фітотоксичності корелює з чисельністю мікроміцетів досліджуваного агроценозу (табл. 1).

Антифунгальну активність ґрунту кореневої зони кукурудзи визначали за пригніченням розвитку тест-культури та зоною лізису міцелію навколо грудочок ґрунту. Слід зазначити, що антифунгальна активність ґрунту

кореневої зони кукурудзи (рис. 1) залежала як від вирощуваного гібриду так і від погодних умов років досліджень. Проте загальна тенденція стосовно впливу комплексу композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 та хімічних препаратів на цей показник залишалася незмінною. Найбільш репрезентативним щодо різниці впливу досліджуваного комплексу композицій № 1 та № 2 і препаратів на антифунгальну активність ґрунту кореневої зони рослин кукурудзи був 2018 рік (рис. 1).



**Рис. 1. Антифунгальна активність ґрунту кореневої зони кукурудзи при застосуванні комплексу композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 і хімічних препаратів (2018 р)**

У контрольному варіанті, де не проводили оброблення насіння, прозорі зони пригнічення росту фітопатогену становили від 1,1 до 2,3 мм. Отже, відповідно до шкали антифунгальної активності контрольний варіант характеризується низьким рівнем. Застосування комплексу біокомпозицій № 1 та № 2, які володіють захисною та інсектицидною діями сприяли підвищенню антифунгальної активності ґрунту. Зона пригнічення тест-культури за дії комплексу композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 становила 8,1 – 9 мм. Слід зазначити, що підвищення антифунгальної активності досліджуваного комплексу композицій № 1 та № 2 у 4–7,3 рази порівняно з контролем корелює зі

зниженням чисельності мікроміцетів для цих варіантів. Таке пригнічення розвитку мікроміцетної ланки мікробіоценозу кореневої зони кукурудзи можна пояснити антагоністичними властивостями агентів композицій № 1 щодо фітопатогенів, у тому числі й збудників кореневих гнилей рослин кукурудзи на різних стадіях онтогенезу в тому числі і тих які переносяться комахами-шкідниками.

Таким чином в умовах тимчасових польових досліджень доведено, що біоагенти комплексу біокомпозицій № 1 та № 2, інтродуючись у кореневу зону рослин кукурудзи шляхом передпосівного оброблення насіння ініціюють зміни у мікробіоценозі

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

грунту. Завдяки здатності біоагентів композицій № 1 пригнічувати широкий спектр фітопатогенів, його окреме або комплексне застосування з композицією № 2 підвищило антифунгальну активність ґрунту.

### Висновки і перспективи.

Встановлено, що передпосівне оброблення насіння кукурудзи комплексом композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 сприяє зниженню чисельності мікроміцетів у 1,8 – 2,2 рази, але зі збереженням загальної біологічної активності ґрунту. А саме емісії диоксиду вуглецю та вмісту мікробної біомаси, високий рівень даних показників свідчить про інтенсивне протікання всіх мікробіологічних процесів та функціонування мікробіоценозу. Виявлено, що застосування досліджуваного комплексу композицій

### Список використаних джерел

1. Petroni K., Tonelli S. Anthocyanins in corn: the wealth of genes for human health. *Planta*. 2014. Vol. 240 (5). P. 901–911.
2. Lago C., Landoni M., Cassani E., Cantaluppi E., Doria E., Nielsen E., Annamaria G, Pilu R. Study and Characterization of an Ancient European Flint White Maize Rich in Anthocyanins: *Millo Corvo from Galicia*. 2015.
3. Fravel D. R. Role of antibiosis in the biocontrol of plant diseases. *Annual Review of Phytopathology*. 1988. – V. 26. – P. 75–91.
4. Шерстобоева О. В., Рильський О. Ф., Білявський Ю. В. Дротяник в агрофітоценозах сої різних сортів за дії мікробних препаратів. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 3. С. 136–139.
5. Клименко А. М. Посівні якості та мікофлора насіння кукурудзи під впливом препаратів захисної дії. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 1. С. 111–114.

мікроорганізмів № 1 та № 2 підвищували рівень антифунгальної активності більше ніж у 4–7 разів порівняно з контролем і більше ніж 1,5 рази відносно варіантів де застосовували хімічні препарати.

Таким чином, комплекс композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 є перспективною основою для створення комплексного біопрепарату з фунгі-інсектицидними властивостями. Комплекс композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 рекомендуємо застосовувати агровиробникам, як один із сучасних прийомів еколого-безпечного землеробства, що забезпечить біологічний контроль розвитку хвороб рослин протягом всього періоду їх росту, а також в період зберігання сільськогосподарської продукції і насіння.

6. Васильєва В. Л., Кулініченко В. Л. Світоглядні та методологічні засади мікробіологічного методу захисту рослин від шкідників і хвороб. *Мікробіологічний журнал*. 1999. Т. 61, № 6. С. 75–85.
7. Чернобай Л. М., Петренко В. П., Боровська І. Ю., Фаррахова М. О. Закономірності успадковування стійкості кукурудзи до фузаріозної стеблової гнилі в залежності від анатомо-морфологічних особливостей стебла. *Селекція і насінництво*. 2009. Вип. 97. С. 40–51. DOI:doi.org/10.30835/2413-7510.2009.77045.
8. Крючкова Л. О. Збудники кореневих гнилей. *Захист рослин*. 1998. № 5. С. 9–10.
9. Черницький Ю. О. Копилов Є. П., Надкерничний С. П. Антагоністичні властивості *Vacillium subtilis* 23 щодо збудників кореневих гнилей озимої пшениці *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2003. Спец. вип. 3 (23). С. 90–96.

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

10. Габдулин В. Р., Апаева Н. Н., Мартынова Г. П. Влияние совместного применения биологических и химических препаратов на поражение яровой пшеницы болезнями. *Научный журнал КубГАУ*. 2010. № 56 (02).
11. Волкогон В. В., Коломієць Л. П., Пиріг О. В. Вплив мікробних препаратів на формування фотосинтетичного апарату рослин люпину жовтого при дії вірусної інфекції. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2012. № 3. С. 45–49.
12. Білявська Л. Г., Шерстобоева О. В., Білявський Ю. В. Реакція сортів сої до бактеризації насіння за різних погодних умов. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 4. С. 47–49.
13. Sherstoboeva O., Demyanyuk O., Bunas A., Shatsman D. The Influence of the Weather Conditions on Biological Soil Activity and Maize Productivity. *Annals of Agrarian Science*. 2020. Vol. 18. № 1. P. 97–105.
14. Demyanyuk O. S., Palyka V. P., Sherstoboeva O. V., Bunas A. A. Formation of the structure of microbiocenoses of soils agroecosystems depending on trophic and hydrothermic factors. *Biosystems diversity*. 2018. № 26(2). P 103–110.
15. Курдиш І. К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми: монографія. Київ: Наукова думка, 2010. 255 с.
16. Parke J., Keister D., Cregan P., Dordrecht B. Root colonization by indigenous and introduced microorganisms. *The Rhizosphere and Plant Growth*. 1991. P. 33–42.
17. Шерстобоева О. В. Азотфіксуючі штами *Vacillus polytuxa* як основа препарату для захисту рослин від грибних хвороб. *Агроєкологічний журнал*. 2001. № 2. С. 55–58.
18. Моргун В. В., Коць С. Я., Кириченко О. В. Ростстимулюючі ризобактерії і їх практичне застосування. *Фізіологія біохімія культурних рослин*. 2009. Т. 41. № 3. С. 187–207.
19. Van Overbeek L. S., Van Elsas J. D. Root exudate-induced promoter activity in *Pseudomonas fluorescens* mutants in the wheat rhizosphere. *Applied and Environment Microbiology*. 1995. Vol. 61. P. 890–898.
20. Demyanyuk O. S., Sherstoboeva O. V., Bunas A. A., Dmitrenko O. V. Effects of different fertilizer systems and hydrothermal factors on microbial activity in the chernozem in Ukraine. *Biosystems diversity*. 2018. № 26(4). P. 38–44. doi: 10.15421/011846.
21. Шапошников А. И. Механизмы антагонистического действия бактерий на фитопатогенные грибы в ризосфере овощных культур: автореф. дис... канд. биол. наук: 03.00.07 / ГУ Всерос. Науч.-иссл. ин-т с.-х. микробиол. Санкт-Петербург, 2003. 163 с.
22. Тихонович И. А., Проворов Н. А. Кооперация растений и микроорганизмов: новые подходы к конструированию экологически устойчивых агроэкоэкологическим системам. *Успехи современной биологии*. 2007. № 4. С. 339–357.
23. Бунас А. А., Чабанюк Я. В. Перетворення азоту в системі рослина ріпаку–субстрат за дії діазототрофів *Vacillus subtilis* А-29 і *Pseudomonas aureofaciens* К-11. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*. 2011. Т. 3. Вип. 4. С. 458–461.
24. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: колект. моногр. / за ред. В. В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.
25. Смірнов В. В., Патица В. П., Підгорський В. С., Іутинська Г. О., Антипчук А. Ф. Мікробні біотехнології в сільському господарстві. *Агроєкологічний журнал*. 2002. № 4. С. 5–9.
26. Курдиш І. К. Азогран – гранульований бактеріальний препарат нового покоління для рослинництва. *Наука та інновації*. 2009. Т. 5. № 2. С. 50–52.
27. Сверчкова Н. В., Коломієць Э. И. Динамика роста и антагонистической активности штамма бактерий *Vacillus rutilus* БИМ И-263 – основы биопрепарата энатин. *Защита растений. Стратегия и тактика защиты растений*: материалы науч. конф., посвящ. 35-летию организации РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси (Минск, 28.02-2.03.2006 г.). Минск, 2006. С. 503.
28. Шевчук М. Й., Качук С. В., Коломієць В. О. Агат-25К – біофунгіцид нового покоління. *Пропозиція*. 2003. № 3. С. 70–71.

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

29. Копилов Є. П., Цехмістер Г. В. Вплив *Trichoderma viride* 017 на мікоценоз кореневої зони рослин огірків. *Біоресурси і природокористування*. 2018. № 5–6. Т. 9. С. 80–88.

30. Експериментальна ґрунтова мікробіологія та ін.: колект. моногр. / за наук. ред. В. В. Волкогона. Київ: «Аграрна наука», 2010. 464 с.

31. Благодатский С. А., Богомолава И. Н., Благодатская Е. В. Микробная биомасса и кинетика роста микроорганизмов в черноземах при различном сельскохозяйственном использовании. *Микробиология*. 2008. Т. 77. № 1. С. 113–120.

32. Спосіб визначення антимікробної активності ґрунту: пат. 26942 Україна: МПК (2006) G01N 33/24. № 200706367; заявл. 07.06.2007; опубл. 10.10.2007.

33. А.с. 628143 СССР, М. Клз G 01 N 33/24. Способ определения фитотоксичности почвы / Ю. М. Мочалов, Н. К. Шерстобоев № 2937051/30-15; заявл. 17.03.80; опубл. 23.01.82, Бюл. № 3.

### References

1. Petroni, K., Tonelli, S. (2014). Anthocyanins in corn: the wealth of genes for human health. *Planta*, 240 (5): 901–911. doi: 10.1007 / s00425-014-2131-1.

2. Lago, C., Landoni, M., Cassani, E., Cantaluppi, E., Doria, E., Nielsen, E., Annamaria G, Pilu, R. (2015). Study and Characterization of an Ancient European Flint White Maize Rich in Anthocyanins: Millo Corvo from Galicia. doi: 10.1371/journal.pone.0126521.

3. Fravel, D. R. (1988). Role of antibiosis in the biocontrol of plant diseases. *Annual Review of Phytopathology*, 26, 75–91.

4. Sherstoboeva, O. V., Ryl'skiy, O. F., Bilyavsky, Y. V. (2012). Drotianyk v ahrofitotsenozakh soi riznykh sortiv za dii mikrobnykh preparativ [Wireworm in agrophytocenoses of soybeans of different varieties under the action of microbial drugs]. *Agroecological journal*, 3, 136–139 (in Ukrainian).

5. Klimenko, A. M. (2014). Posivni yakosti ta mikoflora nasinnia kukurudzy pid vplyvom preparativ zakhysnoi dii. [Sowing qualities and mycoflora of corn seeds under the

influence of protective drugs]. *Agroecological Journal*, 1, 111–114 (in Ukrainian).

6. Vasilieva, V. L., Kulinichenko, V. L. (1999). Svitohliadni ta metodolohichni zasady mikrobiolohichnoho metodu zakhystu roslyn vid shkidnykiv i khvorob. [Worldview and methodological principles of the microbiological method of plant protection against pests and diseases]. *Microbiological Journal*, 61, 6, 75–85 (in Ukrainian).

7. Chernobay, L. M., Petrenkova, V. P., Borovskaya, I. Y., Farrakhova, M. O. (2009). Zakonomirnosti uspadkovuvannia stiikosti kukurudzy do fuzarioznoi steblovoi hnyli v zalezhnosti vid anatomo-morfolohynykh osoblyvostei stebly [Regularities of inheritance of resistance of corn to fusarium stem rot depending on anatomical and morphological features of a stalk]. *Breeding and seed production*, 97, 40–51. DOI: doi.org/10.30835/2413-7510.2009.77045 (in Ukrainian).

8. Kryuchkova, L. O. (1998). Zbudnyky korenyvkh hnylei. [Pathogens of root rot]. *Plant protection*, 5, 9–10 (in Ukrainian).

9. Chernytsky, Y. O., Kopylov, E. P., Nadkernychnyi, S. P. (2003). Antahonistychni vlastyvoli *Bacillus subtilis* 23 shchodo zbudnykiv korenyvkh hnylei ozymoï pshenytsi [Antagonistic properties of *Bacillus subtilis* 23 on pathogens of root rot of winter wheat]. *Bulletin of agrarian science of the Black Sea region*, 3 (23), 90–96 (in Ukrainian).

10. Gabdulin, V. R., Apaeva, N. N., Martynova, G. P. (2010). Vlyanye sovместnoho prymerenyia byolohycheskykh y khymycheskykh preparativ na porazhenye yarovoi pshenytsu bolezniamy [Influence of joint application of biological and chemical preparations on defeat of spring wheat by diseases]. *Scientific journal of KubSAU*, 56 (02) (in Russian).

11. Volkogon, V. V., Kolomiets, L. P., Pirig, O. V. (2012). Vplyv mikrobnykh preparativ na formuvannia fotosyntetychnoho aparatu roslyn liupynu zhovtoho pry dii virusnoi infektsii [Influence of microbial preparations on the formation of the photosynthetic apparatus of yellow lupine plants under the action of viral infection]. *Bulletin of the Institute of Agriculture of the steppe zone*, 3, 45–49 (in Ukrainian).

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

12. Bilyavska, L. G., Sherstoboeva, O. V., Bilyavsky, Y. V. (2010). Reaktsiia sortiv soi do bakteryzatsii nasinnia za riznykh pohodnykh umov. [Reaction of soybean varieties to bacterization of seeds under different weather conditions]. Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 4, 47–49 (in Ukrainian).
13. Sherstoboeva O., Demyanyuk O., Bunas A., Shatsman D. (2020). The Influence of the Weather Conditions on Biological Soil Activity and Maize Productivity. Annals of Agrarian Science, 18, 1, 97–105.
14. Demyanyuk, O. S., Patyka, V. P., Sherstoboeva, O. V., Bunas, A. A. (2018). Formation of the structure of microbiocenoses of soils agroecosystems depending on trophic and hydrothermic factors. Biosystems diversity, 26(2), 103–110. doi: 10.15421/011816.
15. Kurdish, I. K. (2010). Introduktsiia mikroorhanizmv u ahroekosystemy [Introduction of microorganisms in agroecosystems: monograph]. Kyiv: Naukova Dumka, 255 (in Ukrainian).
16. Parke, J., Keister, D., Cregan, P., Dordrecht, B. (1991). Root colonization by indigenous and introduced microorganisms. The Rhizosphere and Plant Growth, 33–42.
17. Sherstoboeva, O. V. (2001). Azotfiksuichi shtamy *Bacillus polymyxa* yak osnova preparatu dlia zakhystu roslyn vid hrybnykh khvorob [Nitrogen-fixing strains of *Bacillus polymyxa* as a basis for the preparation of plant protection against fungal diseases]. Agroecological Journal, 2, 55–58 (in Ukrainian).
18. Morgun, V. V., Kots, S. Ya., Kirichenko, O. V. (2009). Poststymuliyuiushchye ryzobakteryy y ykh praktycheskoe pryomenenye [Poststimulating rhizobacteria and their practical application]. Physiology, biochemistry of cultivated plants, 41, 3, 187–207 (in Ukrainian).
19. Van Overbeek, L. S., Van Elsas, J. D. (1995). Root exudate-induced promoter activity in *Pseudomonas fluorescens* mutants in the wheat rhizosphere. *Applied and Environment Microbiology*, 61, 890–898.
20. Demyanyuk, O. S., Sherstoboeva, O. V., Bunas, A. A., Dmitrenko, O. V. (2018). Effects of different fertilizer systems and hydrothermal factors on microbial activity in the chernozem in Ukraine. Biosystems diversity, 26(4), 38–44. doi: 10.15421/011846
21. Shaposhnikov, A. I. (2003). Mekhanyzmu antahonystycheskoho deistvyia bakteryi na fytopatohennue hrybu v ryzosfere ovoshchnukh kultur [Mechanisms of antagonistic action of bacteria on phytopathogenic fungi in the rhizosphere of vegetable crops]. State Institution All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology. St.-Petersburg, 163 (in Russian).
22. Tikhonovich, I. A., Provorov, N. A. (2007). Kooperatsiia rastenyi y mykroorhanyzmov: novue podkhodu k konstruyrovanyiu ekolohychesky ustoichyvukh ahrosystem. [Plant and microorganism cooperation: new approaches to the design of environmentally sustainable agricultural systems]. Successes of modern biology, 4, 339–357 (in Russian).
23. Bunas, A. A., Chabanyuk, Ya. V. (2011). Peretvorennia azotu v systemi roslyna ripaku–substrat za dii diazotrofov *Bacillus subtilis* A-29 i *Pseudomonas aureofaciens* K-11 [Redisorption of nitrogen into the system of growth of ripaku – substrate for diazotrophs of *Bacillus subtilis* A-29 and *Pseudomonas aureofaciens* K-11]. Science Newsletter of the Chernivtsi University. Biology (Biological systems), 3, 4, 458–461 (in Ukrainian).
24. Volkogon, V. V. ed. (2006). Mikrobni preparaty u zemlerobstvi. Teoriia i praktyka [Microbial preparations for earthmoving. Theory and practice]. Kiev: Agrarian Science, 312 (in Ukrainian).
25. Smirnov, V. V., Patyka, V. P., Pidgorsky, V. S., Iutinskaya, G. O., Antipchuk, A. F. (2002). Mikrobni biotekhnolohii v silskomu hospodarstvi [Microbial biotechnology in the state thanks]. Agroecological journal, 4, 5–9 (in Ukrainian).
26. Kurdish, I. K. (2009). Azohran – hranulovanyi bakterialnyi preparat novoho pokolinnia dlia roslynyystva [Azogran – granulation is a new generation bacterial preparation for roslinnitstva]. Science and Innovation, 5, 2, 50–52 (in Ukrainian).
27. Sverchkova, N. V., Kolomiyets, E. I. (2006). Dynamyka rosta y antahonystycheskoi aktyvnosty shtamma bakteryi *Bacillus pumilus* BYM Y-263 – osnovi byopreparata enatyn. [The growth dynamics and antagonistic activity of the bacterial strain *Bacillus pumilus* BIM I-263 – the basis of the biological product enatin]. Plant

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

Protection. Plant Protection Strategy and Tactics: Scientific Conference, dedicated. The 35th anniversary of the organization of the RUE "Plant Protection Institute" of the National Academy of Sciences of Belarus. (Minsk), 503 (in Russian).

28. Shevchuk, M. Y., Kachuk, S. V., Kolomits, V. O. (2003). Ahat-25K – biofungitsyd novoho pokolinnia. [Agate-25K is a new generation biofungicide]. Proposition, 3, 70–71 (in Ukrainian).

29. Kopylov, Ye. P., Tsekhmister, H. V. (2018). Vplyv *Trichoderma viride* 017 na mikotsenoz korenevoi zony roslyn ohirkiv [Influence of *Trichoderma viride* 017 on the mycocenosis of the root zone of cucumber plants]. Bioresources and nature management, 5–6, 9, 80–88 (in Ukrainian).

30. Volkohon, V. V. ed, (2010). Eksperymentalna hruntova mikrobiologhiia ta in. [Experimental hrunt microbiology ta in.]. Kyiv: «Ahrarna nauka», 464 (in Ukrainian).

31. Blagodatskyj, S. A., Bogomolova, I. N. and Blagodatskaya, E. V. (2008). Mikrobnaya biomassa i kinetika rosta mikroorganizmov v chernozemakh pri razlichnom selskokhozyaystvennom ispolzovanii [Microbial biomass and growth kinetics of microorganisms in chernozem soils under different land use modes]. Microbiology, 77(1), 113–120 (in Russian).

32. Sherstoboieva, O. V., Chaikovska, V. V., Chabaniuk, Ya. V., Iutynska, H. O., Antypchuk, A. F. (2007). Sposib vyznachennia antymikrobnoi aktyvnosti hruntu [The method of determining the antimicrobial activity of the soil]. Patent Ukrainy № 26942; declared 07.06.2007; publ. 10.10.2007. (in Ukrainian).

33. Mochalov, Yu. M., Sherstoboev, N. K. (23.01.1982). Certificate of authorship 628143 SSSR, M. K13 G 01 N 33/24. Sposob opredeleniya fyototoksychnosti pochvy (SSSR). 2937051/30-15; declared 17.03.80; № 3. (in Russian).

## ВЛИЯНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ С ФУНГИЦИДНЫМ И ИНСЕКТИЦИДНЫМ ДЕЙСТВИЯМИ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ КОРНЕВОЙ ЗОНЫ КУКУРУЗЫ

А. А. Бунас, Е. Д. Ткач

*Аннотация.* Подавляющее большинство современных химических протравителей устраняет проблему распространения болезней и вредителей, но приводит к ухудшению экологического состояния агроценозов. Однако применение биопрепаратов позволяет получить не только высококачественную, экологически безопасную агропродукцию, но и сохранить экологическое равновесие в агроценозах. Нами проведено исследование биологической активности почвы корневой зоны растений кукурузы с использованием предпосевной обработки семян комплексом биокомпозиций № 1 и № 2. Исследование предусматривало контроль (без обработки семян), предпосевная обработка семян смесью химических препаратов и предпосевная обработка семян композицией микроорганизмов № 1 и № 2. Во временных полевых исследованиях использовали гибриды кукурузу украинской селекции Хорол СВ и Визир. Отбор почвенных образцов и микробиологические исследования проводились общепринятыми методами.

Предпосевная обработка семян кукурузы комплексом композиций микроорганизмов № 1 и № 2 снижала численность микромицетов в 1,8–2,2 раза, но общая биологическая активность почвы была на уровне контрольных вариантов. Кроме того, в вариантах с исследуемым комплексом композиций микроорганизмов № 1 и № 2 повышался уровень антифунгальной активности более чем в 4–7 раз относительно контроля, и 1,5 раза относительно вариантов, где применяли химические препараты. Таким образом, в условиях временных

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

полевых исследований доказано, что биоагенты композиций № 1 и № 2, интродуцируются в корневую зону растений кукурузы, за счет предпосевной обработки семян, иницируют изменения в функционировании микробиоценоза и защищают растения в течении его вегетации. Итак, комплекс композиций микроорганизмов № 1 и № 2 является перспективным для создания современного, комплексного биопрепарата, который в дальнейшем позволит получить экологически безопасную агропродукцию.

**Ключевые слова:** эмиссия диоксида углерода, биомасса микроорганизмов, антифунгальная активность, фитотоксичность, численность микромицетов, кукуруза, биопрепараты, микроорганизмы, биофунгицид

## EFFECT OF MICROORGANISMS WITH FUNGICIDAL AND INSECTICIDAL ACTIONS ON BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOIL OF ROOT ZONE OF MAIZE

A. A. Bunas, E. D. Tkach

**Abstract.** *The vast majority of modern chemical pesticides eliminate the problem of the spread of diseases and pests, but lead to the deterioration of the ecological condition of agrocenoses. However, the use of biological products allows not only to obtain high-quality, environmentally friendly agricultural products, but also to maintain ecological balance in the agrocenosis. We studied the biological activity of the soil of the root zone of maize plants during pre-sowing seed treatment with a complex of biocompositions № 1 and № 2. The study included control (without seed treatment), pre-sowing seed treatment with a mixture of chemicals and pre-sowing seed treatment with microorganisms дослідження 1 № used maize hybrids of Ukrainian selection Khorol SV and Vizir. Soil sampling and microbiological studies were performed by conventional methods.*

*Pre-sowing treatment of corn seeds with a complex of compositions of microorganisms № 1 and № 2 reduced the number of micromycetes by 1.8–2.2 times, but the total biological activity of the soil was at the level of control variants. In addition, in the variants with the investigated complex of compositions of microorganisms № 1 and № 2, the level of antifungal activity increased more than 4–7 times relative to the control, and 1.5 times relative to the variants where chemicals were used. Thus, in the conditions of temporary field studies it is proved that bioagents of compositions № 1 and № 2, introducing into the root zone of maize plants by pre-sowing seed treatment, initiate changes in the functioning of the microbiocenosis and protect plants during their growing season. Thus, the complex of compositions of microorganisms № 1 and № 2 is promising for the creation of a modern, complex biological product, which in the future will allow to obtain environmentally friendly agricultural products.*

**Key words:** *carbon dioxide emission, biomass of microorganisms, antifungal activity, phytotoxicity, number of micromycetes, maize, biological products, microorganisms, biofungicide*

## ЕКОЛОГО-ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА СОРБЕНТІВ ІЗ ПЕРЕРОБЛЕНИХ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ О. С. МАЛИШЕВСЬКА

*Івано-Франківський національний медичний університет*

*E-mail: o16r02@gmail.com*

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.006>

**Анотація.** *Актуальність. Попередження та мінімізації наслідків нафтових розливів зумовлена високим ступенем їх екологічної небезпеки. Тому заходи і засоби ліквідації наслідків аварій та запобігання потраплянню і розповсюдженню нафтового забруднення в довкіллі є актуальним.*

*Мета - дослідження впливу механічної переробки побутових полімерних відходів (ППВ) на зміну їх сорбційних властивостей та одержати нафтові сорбенти на основі механічного перероблених ППВ. Задача - визначити нафтопоглинаючі властивості сорбентів із перероблених ППВ залежно від зміни їх фізичних властивостей.*

*Методи та методика: гігієнічні, фізико-хімічні, статистичного аналізу. Нафтопоглинання сорбентів визначали за методикою ASTM F: 726-12.*

*Результатами досліджень встановлено, що значення величини нафтопоглинання ППВ за  $t = 21$  °C змінюється від 12,7 до 38,7 г/г у залежності від виду полімера та величини фракції частинок.*

*Для всіх полімерів встановлено, що основна маса нафтопродуктів активно сорбувалась у перші 3-5 хв, подальше збільшення тривалості контакту не мало суттєвих змін на величину нафтовилучення сорбентами.*

*Висновки. Найкращі сорбційні властивості отримані для механічно перероблених сумішей ПЕ+ПП відходів із розміром наповнювача шириною(3,5 - 5,0) мм і довжиною (60-100) мм, що відповідало максимальним значенням питомої поверхні полімерних частинок.*

**Ключові слова:** *переробка полімерів, нафтові сорбенти, сорбенти з відходів, нафтовилучення, нафтопоглинання, екологічний ризик*

**Актуальність.** Попередження та мінімізації наслідків нафтових розливів зумовлена з одного боку високим ступенем екологічної небезпеки, а з іншого – постійно зростаючими обсягами споживання нафти. Це особливо актуально для країн, які активно видобувають та постачають нафту на світовий ринок, адже згубний вплив нафти на довкілля

не вимагає доказів. Крім цього специфікою української нафтотранспортної мережі є її фізичний знос, який за оцінками різних фахівців складає від 78 до 92 % [1]. Такі оцінки дають підставу вважати усю нафтотранспортну систему країни потенційно високо небезпечним екологічним об'єктом.

Малишевська О. С.

Відомо, що нафта, потрапляючи в екосистеми, привносить з собою різноманітний набір хімічних сполук, що порушують сформований геохімічний баланс та не зворотно змінюють окремі ланки природних біоценозів. Самоочищення і самовідновлення екосистем, забруднених нафтою та нафтопродуктами, це складний та тривалий біогеохімічний процес. Саме тому заходи і засоби ліквідації наслідків аварій та запобігання потраплянню і розповсюдженню нафтового забруднення в довкіллі займають важливе місце в дослідженнях фахівців усього світу.

**Аналіз літературних даних та постановка проблеми.** Очищення поверхні водойм від забруднень включає видалення плівки нафти механічними і (або) фізико-хімічними способами. Найбільш перспективним і екологічно доцільним вважається спосіб видалення за допомогою нафтових сорбентів [2]. Причому видалення розчинених у воді нафтопродуктів з концентрацією від 0,5 до 1 мг/дм<sup>3</sup> відбувається лише на стадії сорбційної доочистки [3].

Сорбенти нафти включають широке розмаїття органічних, неорганічних і синтетичних продуктів, які призначені для видалення нафти з мінімальним водопоглиненням під час цього. Їх склад і характеристики залежать від застосовуваного сорбційного матеріалу і передбачуваного

використання під час операцій з ліквідації розливів [4-14].

Виділяють три основні показники, котрі визначають якість нафтового сорбенту: нафтопоглинення, водопоглинення, плавучість. Ефективність сорбентів для збору нафти оцінюють в першу чергу за значенням нафтопоглинання. Високе водопоглинення можна усунути додатковою гідрофобізацією. Матеріали з низькою плавучістю можна використовувати в бонах, матах, серветках та ін. [2-4].

Синтетичні сорбенти зазвичай є найефективнішими для збору нафти. У деяких випадках їх сорбційна здатність може досягати співвідношення по вазі захопленої нафти і сорбенту 40 : 1 в порівнянні з співвідношенням 10 : 1 для органічних продуктів і ще нижчим співвідношенням 2 : 1 для неорганічних.

Особливий інтерес представляють волокнисті композиційні сорбенти нафти в яких, у якості наповнювачів, використовують різноманітні полімерні відходи. Доступність і дешевизна сировини дозволяють значно знизити собівартість сорбентів і розширити масштаби застосування полімерних відходів для вирішення екологічних завдань. Відомо, що в таких композитах можливе повне заміщення синтетичного волокнистого сорбенту на полімерні відходи з одночасним забезпеченням

Малишевська О. С.

високих показників нафтоємності і регенерації нафтопродуктів, таблиця 1 [2-5,14].

**1. Сорбційна нафтоємність композиційних матеріалів на основі різного типу відходів та спеціально створених сорбентів (створена на основі аналізу наукових літературних джерел та інформації поданої на веб-сайтах виробників і постачальників сорбентів [2-14])**

Сорбент	Нафтопоглинання (масова адсорбційна нафтоємність), г/г
Сілісорб (на основі природних матеріалів)	0,2 – 0,22
Торф	2,5
Подрібнені шини	3,6
Шкаралупа кокосового горіха	4,6-9,5
Відходи лузги вівса	5,1
Скловолокно	5,4
Відходи ватного виробництва	8,3
Фіброл (полімерна мікрофібра)	14,4
Унісорб – Екстра (суміш бентонітової глини, перліту, тирси, торфу)	12,6
Ековата з пластикових пляшок (ПЕТФ)	12,9
Волокно з упаковок ПЕ : ПП, 1:1	15,0
Ековата з одноразових шприців	15,6
Деревина соснових ошурків	16,1
Нафтосорб (на основі природних матеріалів)	19
Модифіковане базальтове волокно	37
Мегасорб (полімерний нетканний матеріал)	35-40
Синтепон	46,3

Незважаючи на значну кількість нафтових сорбентів на основі різноманітних матеріалів, які пропонують світовий та вітчизняний ринок, частка сорбентів на основі відходів складає менше 12 %. Практично всі вони мають природне органічне походження та характеризуються низьким ступенем нафтопоглинання та нафтовилучення з одночасно високим показником водопоглинання. Крім цього більшість природних сорбентів не здатні до регенерації, що значно обмежує доцільність їх застосування. Тому для

ефективного нафтовилучення необхідні великі об'єми таких сорбентів, які після їх застосування перетворюються на величезну кількість високотоксичних відходів, котрі потребують спеціального зберігання, захоронення чи переробки.

Відомі лише поодинокі спроби залучення полімерних відходів для одержання сорбентів [5,6,14]. Даний напрямок не знайшов належного розвитку у зв'язку із незначною кількістю «чистих» полімерних відходів, яка досліджувалась у якості сировини, неналагоджену систему їх

Малишевська О. С.

збирання, розділення та постачання, що зробило напрям інвестиційно непривабливим. Абсолютно іншим, економічно перспективним та екологічно безпечним, є розробка напрямку залучення багатотоннажних побутових полімерних відходів (ППВ) ПЕТФ, ПВХ, ПЕ, ПП у якості вихідної сировини для виготовлення нафтових сорбентів. Сировинна база є високотонажною з чіткою тенденцією щорічного зростання у межах від 0,3 % до 5 %, із розгалуженою системою збирання, зберігання та постачання відходів. За даними Держстат України станом на кінець 2019 року в Україні переробляють менше 12 % відходів полімерів, а вартість відсортованих відходів не перевищує 4000 грн/т.

На сьогодні найбільш екологічно безпечною та найменш економічно витратною є механічна переробка полімерів. Тому дослідження спрямовані на отримання нафтових сорбентів із ППВ актуальні, перспективні, як в гігієнічному, так і в економічному напрямках.

#### **Мета та задачі дослідження.**

Проведені дослідження ставили за мету дослідити вплив механічних способів переробки ППВ на зміну їх сорбційних властивостей та розробити технологію одержання нафтових сорбентів на основі механічного перероблених ППВ.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити задачу - визначити нафтопоглинаючі властивості сорбентів на основі

механічно перероблених побутових відходів залежно від зміни їх фізичних характеристик.

**Матеріали і методи дослідження** Дослідження проводились із використанням: відходів ПЕТФ, ПВХ та сумішей ПЕ+ПП; сирової нафти Надвірнянського нафтопереробного заводу, густиною 0,878 кг/дм<sup>3</sup>, із кінематичною ( $\mu = 0,007 - 0,008$  (Па·с)) та динамічною ( $\nu = 0,081 - 0,093 \times 10^4$  (м<sup>2</sup>/с)) в'язкістю за температури нафти 15 °С; металічної сітки з розміром вічка 5 мм × 5 мм, січенням 0,2 мм; дроту металічного м'якого, січенням 0,3 мм та 2,5 мм; мірних циліндрів; ареометру АНТ – 1 650 - 710 ГОСТ 18481-81; вагів лабораторних 4 класу точності ТВЕ; термометра лабораторного ТЛС – 2 (діапазон вимірювань від – 30 до + 70 °С).

Полімерні відходи нарізали на розміри фракції: ширина від 1,0 до 5 мм, довжина від 5 до 150 мм. Після цього смужки механічно активували у створеному пристрої у відповідності до запатентованої методики [47].

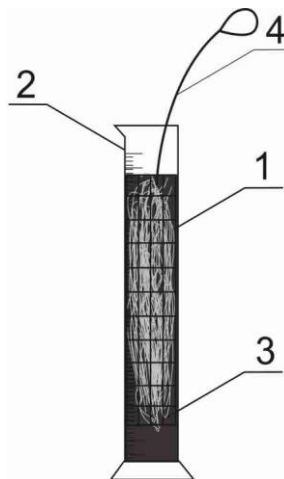
Згідно з методикою ASTM F: 726-12 попередньо виготовлені з металічної сітки пустотілі циліндри діаметром 35 мм заповнювали однаковими за масою та різними за фракцією й видом підготованими полімерними відходами. Таким способом було виготовлено по 3 однотипні зразки для кожного виду та величини фракції полімеру. Виготовлені зразки зважували,

Малишевська О. С.

результати фіксували в протоколах досліджень [16].

Для визначення сорбційних властивостей зразок (1), як показано на рис.1, поміщали у мірний циліндр діаметром 45 мм (2) у який попередньо наливали нафту яка мала повністю покрити зразок (3). Зразок фіксували за допомогою дроту діаметром 2,5 мм (4). Сорбент витримували в даних умовах протягом різного часового періоду від  $(30 \pm 30)$  с до  $(15 \text{ хв} \pm 20)$  с, з метою встановлення часу необхідного для максимальної нафтонасиченості зразків. Потім зразок видаляли з мірного циліндра та акуратно

підвішували над ним на  $(30 \pm 3)$  с, щоб стік надлишок нафти. Після цього відразу підставляли під адсорбент попередньо зважений лоток для збору крапель, які продовжували стікати і переносили адсорбент в лоток. Лоток з адсорбентом зважували, результат зважування записували. Дане випробування проводили тричі для отримання трьох результатів і обчислювали на їх основі середнє значення насичуваності нафтою одиниці маси адсорбенту, рівного об'єму нафтопродукту на одиницю маси адсорбенту (форм. 1).



**Рисунок 1. Лабораторний пристрій для дослідження сорбції нафтопродуктів зразками з перероблених механічною активацією полімерних відходів: 1 – зразок; 2 – мірний циліндр; 3 – нафта; 4 – дріт для фіксації зразка.**

Розрахунки сорбційної нафтоємності ( $M_{(m)}$ ) проводили за формулою у відповідності до міжнародного стандарту ASTM F: 726-

$$M_{(m)} = S_s / S_0, \text{ г/г} \quad (1)$$

де  $S_s = (S_{st} - S_0)$  – маса адсорбованого нафтопродукту, г;

$S_0$  – маса проби сорбенту, до проведення досліджень, г;

$S_{st}$  – маса проби сорбенту після контакту з нафтопродуктом, г.

12 [16] за температури дослідження  $(22 \pm 3)^\circ\text{C}$ , відносній вологості від 40 % до 70 %.

Малишевська О. С.

Попередньо визначили сорбційні властивості порожньої форми за вище зазначеною формулою 1 та аналогічною методикою з подальшою фіксацією результатів.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Експериментально встановлено, що за  $t = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$  величина нафтопоглинання ППВ змінюється залежно від величини волокон сорбента та ступеню його механоактивації:

- для сорбентів із ПЕТФ в межах від 17,2 г/г до 32,4 г/г;
- для сорбентів із ПВХ в межах від 12,7 г/г до 16,2 г/г;
- для сорбентів із сумішей ПЕ+ПП від 15,2 г/г до 38,7 г/г.

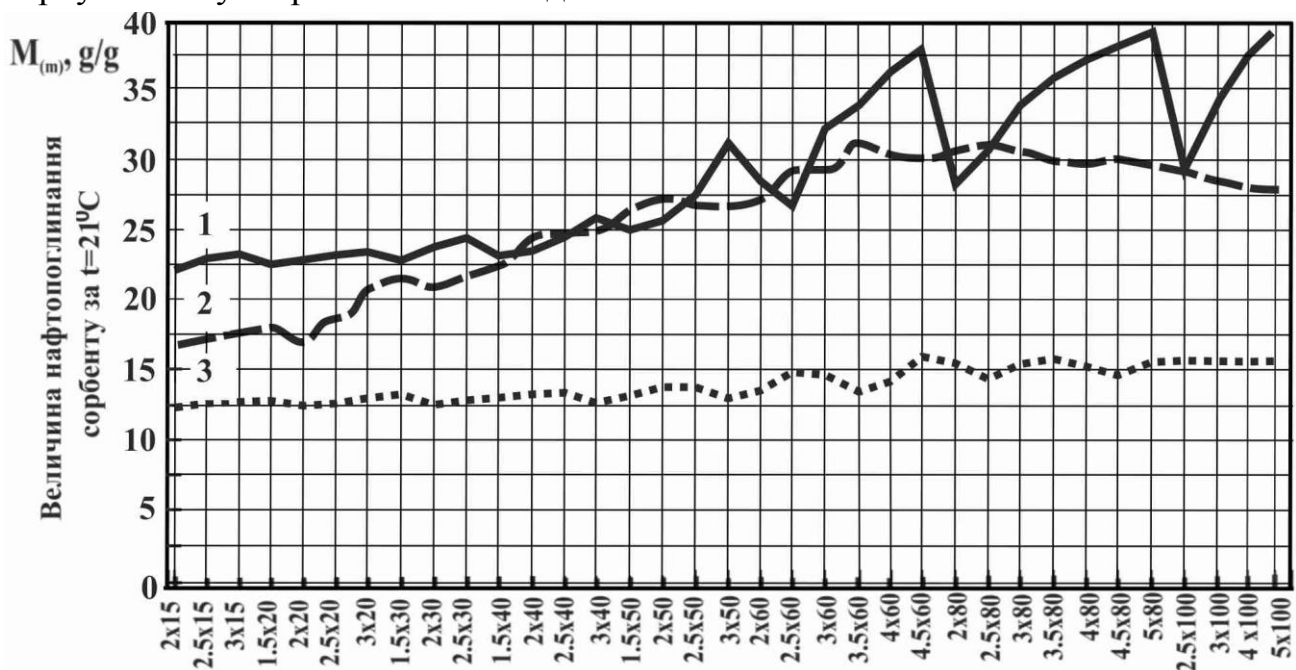
Основна маса нафтопродуктів сорбувалась у перші 3-5 хв. Надалі

контакт зразків суттєво не збільшив їх нафтопоглинання (менше 5 %).

Найкращими сорбційними характеристиками володіють механічно перероблені та активовані наповнювачі з ППВ розміром частинок наповнювача:

- для ПЕТФ 1,5×40 (60) мм та 2×40 (60) мм, що відповідало максимальним значенням питомої поверхні в поєднанні зі спіралеподібною деформацією полімерних пластинок навколо своєї осі;

- для ПВХ - 2,5 (3,0)×(30-120) мм;
- для сумішей ПЕ+ПП ширина (3,5 - 5,0) мм, довжина (60-100) мм (рис. 2).



**Рис. 2.** Зміна величини нафтовилучення із поверхні води фільтрами, наповненими сорбентами, отриманими із перероблених побутових відходів ПЕТФ із частинками змінної фракції

**Висновки та перспективи подальших досліджень.**

Експериментальними дослідженнями встановлено, що значення величини

Малишевська О. С.

нафтопоглинання полімерних відходів за  $t = 21$  °C змінюється від 12,7 до 38,7 г/г в залежності від виду полімера та величини фракції частинок. Для всіх полімерів встановлено, що основна маса нафтопродуктів активно сорбувалась у перші 3-5 хв, подальше збільшення тривалості контакту не мало суттєвих змін на величину нафтовилучення сорбентами. Найкращими сорбційними характеристиками володіли механоактивовані наповнювачі з перероблених ПЕ+ПП відходів із розміром полімерних частинок за шириною та довжиною  $(3,5 - 5,0) \times (60-100)$  мм, що відповідало максимальним значенням питомої поверхні полімерних частинок.

Експериментально доведено, що сорбенти з ППВ ефективні для збору нафти з дзеркала води. Отримані сорбенти з ППВ є значно

ефективніші за будь-які природні сорбенти, що застосовують для уловлення нафти під час аварійних виливів чи скидів. Однак, під час ліквідації розливів нафтопродуктів, синтетичні сорбенти повинні застосовуватись із обережністю з метою скорочення їх недоцільної і надмірної витрати, що може створити труднощі пов'язані з вторинним забрудненням, збором, зберіганням та утилізацією відходів. Наведені чинники викликають суттєве зростання витрат на заходи з очищення. Це надзвичайно актуально для застосування синтетичних сорбентів для вилучення нафтопродуктів із поверхні води, котрі слід використовувати в мінімальній кількості, що достатня для забезпечення їх максимальної ефективності з метою зменшення відходів, які потребують утилізації.

### Список використаних джерел

1. Сайт «Укрнафта». URL: [www.ukrnafta.ua](http://www.ukrnafta.ua) (дата звернення: 12.04.2020).
2. Арене В. Ж., Гридин О. М. Эффективные сорбенты для ликвидации нефтяных разливов. *Экология и промышленность России*. 2006. № 2. С. 30 - 37.
3. Use of Sorbent Materials in Oil Spill Response. The International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF). *Technical information paper*. 2012. Vol. 8. 12 p.
4. Мальований М. С. Очищення води від нафтопродуктів природними та модифікованими сорбентами. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2007. № 4. С. 61 - 65.
5. Бордунов В. В., Коваль Е. О., Соболев И. А. Полимерные волокнистые

сорбенты для сбора нефти. *Нефтегазовые технологии*. 2010. № 6. С. 30–31.

6. Магеррамов А. М., Азизов А. А., Алосманов Р. М., Керимова Э. С., Буниятзаде И. А. Использование полимеров в качестве сорбентов. *Молодой учёный*. 2015. № 4 (84). С. 23-29.

7. Кожанова Г. А., Соловійов В. І. та ін. Методи ліквідації нафтового забруднення з застосуванням сорбенту «Екоторф». *Вісник Одеського національного університету. БІОЛОГІЯ*. 2001. № 2. С. 154 - 157.

8. MacDonald IR, Kammen DM, Fan M. Science in the aftermath: investigations of the DWH hydrocarbon discharge *Environ. Res. Lett.* 2014.V.9 P.12-9.

9. Deng D, Prendergast D, MacFarlane J, Bagatin R, Stellacci F, Gschwend P. Hydrophobic meshes for oil spill recovery

Малишевська О. С.

devices ACS Appl. Mater. Interfaces 2013. V.5. P. 774–81

10. Annunziado TR, Sydenstricker TH, Amico SC Experimental investigation of various vegetable fibers as sorbent materials for oil spills Mar. Pollut. Bull. 2005. V. 50. 1340–6

11. Li D, Zhu FZ, Li JY, Na P, Wang N. Preparation and Characterization of Cellulose Fibers from Corn Straw as Natural Oil Sorbents. Industrial & Engineering Chemistry Research. 2013. 52 (1),P. 516-24.

12. Al-Majed AbA., Adebayo AbR, Hossain E. Sustainable Approach to Controlling Oil Spills. Journal of Environ. Management. 2012. Vol. 113. P. 213-27.

13. Sorstrom SE, Brandvik PJ, Buist I, Daling P, Dickins D, Faksness LG, Potter S, Rasmussen JF and Singaas I. Joint Industry Program on Oil Spill Contingency for Arctic and Ice-covered Waters: Summary Report. Oil in Ice JIP Report. 2010. No. 32, SINTEF: Trondheim, Norway. 472 p.

14. Технология получения волокнистых сорбентов нефти и нефтепродуктов из отходов термопластов. № ГР 01.20.00 10666 : отчет о НИР (заключит.) 2000. НИИСтроит. материалов при ТГАСУ; рук. Г. Г. Волокитин; отв. исполн. Н. К. Скрипникова. Томск, 674 с.

15. Спосіб переробки відходів пляшок поліетиленетрефталату (ПЕТФ): пат. 94992 Україна. МПК В29В 17/00. Опубл. 10.12.2014. Бюл. №23,

16. ASTM international F 726-12 Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents. – 2012. -6 p.

### References

1. State «Ukrnafta». Available at: www.ukrnafta.ua.

2. Arena, V. Zh., Gridin, OM. (2006). Effektivnyie sorbentyi dlya likvidatsii neftyanyih razlivov. [Effective sorbents for oil spill response]. Ecology and industry of Russia. 2, 30-37.

3. Use of Sorbent Materials in Oil Spill Response. The International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF). (2012). Technical information paper. 8, 12 p.

4. Malovanyj, MS. (2007). Purification of water from oil products by natural and

modified sorbents [Ochyshchennia vody vid naftoproduktiv pryrodnyy ta modyfikovanymy sorbentamy]. Ecology of the environment and safety of life. 4, 61-65.

5. Bordunov, VV., Koval, EO., Sobolev, IA. (2010). Polimernyie voloknistyie sorbentyi dlya sbora nefi [Polymeric fibrous sorbents for oil collection]. Oil and gas technologies. 6, 30–31.

6. Magerramov, AM., Azizov, A.A., Alosmanov, R.M., Kerimova, E.S., Buniyat-zade, I.A. (2015). The use of polymers as sorbents [Ispolzovanie polimerov v kachestve sorbentov]. Young scientist. 4 (84), 23-29.

7. Kozhanova, GA. Solovyov, VI (2001). Methods of liquidation of oil pollution with the use of sorbent "Ecotorph" [Metody likvidatsii naftovoho zabrudnennia z zastosuvanniam sorbentu «Ekotorf»]. Bulletin of Odessa National University. BIOLOGY. 2, 154-157.

8. MacDonald, IR., Kammen, DM., Fan, M. (2014). Science in the aftermath: investigations of the DWH hydrocarbon discharge Environ. Res. Lett. V.9 P.12-9.

9. Deng, D., Prendergast, D., MacFarlane, J., Bagatin, R., Stellacci, F., Gschwend, P. (2013). Hydrophobic meshes for oil spill recovery devices ACS Appl. Mater. Interfaces. 5, 774–81. doi: 10.1021/am302338x.

10. Annunziado, TR., Sydenstricker, TH., Amico, SC. (2005). Experimental investigation of various vegetable fibers as sorbent materials for oil spills Mar. Pollut. Bull. 50, 1340–6. doi: 10.1016/j.tifs.2005.07.003.

11. Li, D., Zhu, FZ., Li, JY., Na, P., Wang, N. (2013). Preparation and Characterization of Cellulose Fibers from Corn Straw as Natural Oil Sorbents. Industrial & Engineering Chemistry Research. 52 (1), 516-24. doi: 10.1021/es980193e

12. Al-Majed, Ab.A., Adebayo, Ab.R., Hossain, E. (2012). Sustainable Approach to Controlling Oil Spills. Journal of Environ. Management. 113, 213-27. doi: 10.1111/1541-4337.12028.

13. Sorstrom, SE., Brandvik, PJ., Buist, I., Daling, P., Dickins, D., Faksness, LG., Potter, S., Rasmussen, JF., Singaas I. (2010). Joint Industry Program on Oil Spill Contingency for Arctic and Ice-covered Waters: Summary Report. Oil in Ice

Малишевська О. С.

JIP Report. No. 32, SINTEF: Trondheim, Norway. 472 p.  
doi: 10.1016/j.resconrec.2009.07.012.

14. Technology of obtaining fibrous sorbents of oil and oil products from thermoplastic waste [Ispolzovanie polimerov v kachestve sorbentov]. No. GR 01.20.00 10666: report on research (concluding) 2000. NIIstroit. materials at TSUACE; hands. G. G. Volokitin;

otv. execution N.K. Skripnikova. Tomsk, 674 p.

15. Malyshevska, O. S., Melnyk, O. D. (2014). Method of processing waste polyethylene terephthalate (PET) bottles: Patent of Ukraine. B29B 17/00. N 94992; published. 10.12.2014, N 23.

16. ASTM international F 726-12. (2012). Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents. 6 p.

## ECOLOGICAL AND HYGIENIC EVALUATION OF SORBENTS RECYCLED PLASTIC WASTE

O. S. Malyshevska

**Abstract. Topicality.** *Prevention and minimization of the consequences of oil spills is due to the high degree of their environmental danger. Therefore, measures and means to eliminate the consequences of accidents and prevent the ingress and spread of oil pollution in the environment are topical.*

*The aim is to study the influence of mechanical processing of household polymer waste (HPW) on the change of their sorption properties and to obtain oil sorbents on the basis of mechanically processed HPW. The task is to determine the oil-absorbing properties of sorbents from processed HPW depending on the change of their physical properties.*

**Methods and methodical:** *hygienic, physicochemical, statistical analysis. Oil absorption of sorbents was determined by the method of ASTM F: 726-12.*

**The research results** *show that the value of the oil absorption of PPV at  $t = 21$  °C varies from 12.7 to 38.7 g / g depending on the type of polymer and the size of the particle fraction.*

*For all polymers it was found that the bulk of petroleum products were actively sorbed in the first 3-5 minutes, a further increase in the duration of contact did not have significant changes in the amount of oil extraction by sorbents.*

**Conclusions.** *The best sorption characteristics were possessed by mechanically activated fillers from processed PE + PP waste with the largest size in width and length  $(3.5 - 5.0) \times (60-100)$  mm, which corresponded to the maximum values of the specific surface of polymer particles.*

**Key words:** *polymer processing, oil sorbents, oil absorption, waste sorbents, oil recovery, ecological risk*

## ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРБЕНТОВ ИЗ ПЕРЕРАБОТАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

О. С. Мальшевская

**Аннотация. Актуальность.** *Предупреждение и минимизации последствий нефтяных разливов обусловлена высокой степенью их опасности. Поэтому мероприятия и технические средства для ликвидации последствий аварий и*

Малишевська О. С.

предотвращения попадания, и распространения нефтяного загрязнения в окружающей среде является актуальным.

**Цель** - исследовать влияние механической переработки бытовых полимерных отходов (БПО) на изменение их сорбционных свойств и создать нефтяные сорбенты на основе механически переработанных БПО. **Задача** - определить нефтепоглощающие свойства сорбентов из переработанных БПО в зависимости от изменения их физических свойств.

**Методы и методики:** гигиенические, физико-химические, статистический анализ. Нафтопоглощение сорбентов определяли согласно методике ASTM F: 726-12.

**Результатами исследований.** Установлено, что величина нафтопоглощения БПО при  $t = 21$  °C изменяется в пределах от 12,7 до 38,7 г / г в зависимости от вида полимера, величины размера его частиц и степени его механической активации.

Для всех видов переработанных БПО установлено, что основная масса нефтепродуктов активно поглощалась в течении первых 3-5 мин, дальнейшее увеличение продолжительности контакта не имело существенного влияния на степень нефтеизвлечения сорбентами.

**Итоги.** Наилучшими сорбционными характеристиками обладали механически активированные сорбенты из переработанных смесей ПЭ + ПП отходов с размером по ширине (3,5 - 5,0) и длине (60-100) мм, что соответствовало максимальному значению удельной поверхности полимерных частиц сорбента.

**Ключевые слова:** переработка полимеров, нефтяные сорбенты, сорбенты из отходов, нефтепоглощение, сорбция нефти, экологический риск.

Теличко Л. П.

УДК 631.95:632.931

**АНАЛІЗ РИЗОСФЕРНОГО МІКРОБІОМУ ЦУКРОВОЇ КУКУРУДЗИ ЗА  
ВПЛИВУ ХІМІЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ ПРОТРУЙНИКІВ**Л. П. ТЕЛИЧКО, здобувач<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4583-4979>*Сквирська дослідна станція органічного виробництва  
Інститут агроекології і природокористування НААН**E-mail: tsztextrid@rambler.ru*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.007>

**Анотація.** У статті представлено результати впливу хімічних і біологічних протруйників на кількісний склад мікробіому ризосфери цукрової кукурудзи упродовж її вегетації.

Показано, що за використання хімічних препаратів у ризосфері рослин на порядок знижується кількість амоніфікаторів та мікроскопічних грибів у першій половині вегетаційного періоду культури. Вплив ксенобіотиків на вміст актиноміцетів, олігонітрофілів та педоторофів є менш токсичним. У порівнянні з контрольним варіантом вміст цих мікроорганізмів знижувався на 50-75 %, водночас змін зазнає не лише кількісний, а й якісний склад ризосферної мікрофлори. У той же час досліджувані пестициди не впливали на вміст актиноміцетів і оліготрофів.

З розвитком рослин негативний вплив хімічних протруйників на мікрофлору ґрунту поступово нівелювався. Відбувалося відновлення складу ризосферної мікробіоти у кожній умовній функціональній групі мікроорганізмів і до завершення вегетації кукурудзи мікробний ценоз повертався до свого первинного кількісного і якісного складу.

Застосування мікробіологічних засобів захисту не призводило до змін чисельності чи дисбалансу у складі ґрунтової мікробіоти. Її кількісний та якісний склад відповідав контрольному варіанту.

**Ключові слова:** ризосфера кукурудзи, мікроорганізми, пестициди, біопрепарати

**Актуальність.** Хімічні протруйники, які застосовуються у сільському господарстві для боротьби зі шкочинними організмами, є частиною стратегії ведення ефективного сільського господарства. Вони захищають сходи, вегетативні й генеративні органи рослин від хвороб

і шкідників, забезпечуючи вищі урожай і якість насіння [6].

Заразом, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) у країнах, що розвиваються, щорічно фіксується до трьох мільйонів випадків отруєння агрохімікатами, що накопичуються у продуктах рослинництва [17]. Крім того, лише

<sup>1</sup> Науковий керівник- кандидат сільськогосподарських наук Ю. В. Терновий

Теличко Л. П.

близько 0,1 % від загальної кількості застосовуваних засобів захисту досягає цільових організмів [21]. Інша частина чинить негативний вплив на нецільові об'єкти, знищуючи видову різноманітність мікрофлори та мікрофауни у ґрунтових екосистемах [10].

Значна кількість пестицидів, потрапляючи у ґрунт, впливає на мікробіоту, яка є ключовою ланкою у процесах біотрансформації поживних речовин і має безпосередній вплив на ріст і розвиток рослин [11, 16]. Наприклад, на забруднених ксенобіотиками ґрунтах спостерігається інактивація азотфіксуючого та фосфоророзчинного потенціалу мікроорганізмів [17], знижується активність ферментів ґрунту, таких, як гідролази, нітратредуктаза, уреаза, оксидоредуктази, нітрогеназа, дегідрогеназа тощо, зменшується вміст вуглецю мікробної біомаси [13]. Зміни у різноманітті та складі корисної мікробної спільноти не лише знижують біодоступність елементів живлення, а й призводять до втрати контролю над популяціями шкочочинних комах та мікроорганізмів.

Екологічно безпечною альтернативою хімічним протруйникам є використання засобів біологічного контролю шкідливих організмів. Біологічні пестициди не лише забезпечують захист культурних рослин від хвороб і

шкідників, але й поліпшують родючість ґрунту, збільшуючи доступність біогенних елементів та сприяють накопиченню органічної речовини [5, 8].

Мікробна спільнота виконує функцію підтримання гомеостазу ґрунту. Суттєва перебудова структури мікробіоценозів ґрунту супроводжується зменшенням їх таксономічного різноманіття та появою нових домінантів. Саме мікроорганізми є біоіндикаторами, які надають інформацію про ступінь деградації ґрунтів і екологічний стан досліджуваної екосистеми у цілому [1]. Тому, вивчення біологічної і економічної ефективності хімічних і біологічних засобів захисту, їх ролі у стратегії сталого сільськогосподарського виробництва та детальний порівняльний аналіз їх впливу на довкілля і здоров'я людства у найближчій перспективі стануть пріоритетними напрямками досліджень прикладної аграрної науки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Пестициди викликають серйозну небезпеку для ґрунтового середовища та здоров'я людини, адже їх похідні залишаються в ґрунтовій системі протягом тривалого періоду та чинять негативний вплив на біологічні об'єкти, їх різноманітність та склад. Це призводить до зниження родючості ґрунту і подальшого недоотримання врожаїв. Критично важливим є дотримання

Теличко Л. П.

рекомендованих норм, адже більшість негативних наслідків спричинено їх перевищенням [17].

У ряді досліджень було продемонстровано шкідливий вплив фунгіцидів на ріст, виживання та активність ґрунтових мікроорганізмів [18, 12, 15, 21]. Наприклад, Бавістин токсичний для ряду ґрунтових мікробних популяцій, хоча його вплив короткотривалий [15]. Бензоїл спричиняє довготривалий пригнічуючий ефект на розвиток мікоризних асоціацій [21], а Емісан та Карбендазим (беноміл) мають згубний вплив на арбускулярну мікоризу.

Карбендазим є помірно токсичним для *Pseudomonas fluorescens* та *Bacillus subtilis*, але високотоксичним для *Trichoderma harzianum*, яка є потужним біоконтролючим агентом проти грибкових захворювань, таких як фузаріоз, пітіоз та ризоктоніоз [19]. Давно відомо негативний вплив хлороталонілу та азоксистробіну на корисні мікроорганізми ґрунту [14]. Крім того, пригнічення фунгіцидами активності мікроскопічних грибів призводить до зниження бактеріальної активності [13].

Групою румунських вчених було детально досліджено вплив ряду інсектицидів на ґрунтові мікроорганізми. Спираючись на результати бактеріологічних аналізів і дослідження ферментативної активності, вони показали, що

обробка циперметрином призводить до зниження активності дегідрогенази в ґрунті на 32,80 % та зменшення кількості нітрифікуючих бактерій – на 74 %. Обробка тіаметоксамом призводить до зниження активності фосфатази на 6,5 %, а кількість азотфіксуючих і нітрифікуючих бактерій знижується на 58 % [13]. Хлорпірифос та його похідні, є надзвичайно токсичними для таких корисних мікроорганізмів, як *Pseudomonas*, *Bacillus subtilis*, *Mycobacterium phlei*, *Trichoderma harzianum*, *Penicillium expansum* [22]. Застосування інсектицидів на основі імідаклоприду, ендосульфану і карбофурану є менш токсичним для ґрунтової біоти, проте і вони викликають значні коливання складу ґрунтових бактеріальних популяцій [1, 17].

Деякі вчені також акцентують увагу на тому, що під впливом більшості пестицидів гальмуються процеси амоніфікації та нітрифікації, оскільки у їх перебігу задіяно значне різноманіття мікроорганізмів [10].

Аналіз літературних джерел дозволяє стверджувати, що значна частина досліджених хімічних засобів захисту чинить негативний вплив на ґрунтову біоту, проте його ступінь і тривалість залежить від умов проведення досліджень.

**Мета дослідження.** Вивчити ступінь впливу і тривалість дії хімічних і біологічних засобів захисту

Теличко Л. П.

на ризосферний мікробіом цукрової кукурудзи протягом її вегетації.

**Матеріали і методи дослідження.** Вплив протруйників на ґрунтову біоту проводили шляхом диференційованого дослідження мікробного ценозу ризосфери цукрової кукурудзи. Зразками слугував ґрунт ризосфери дослідних рослин кукурудзи обробленої згідно схеми (табл. 1) на території

**Табл. 1. Схема польового досліду**

1. Сорт «Русалка» контроль (без обробки)
2. Сорт «Русалка» обробка комплексом біологічних препаратів
3. Сорт «Русалка» обробка комплексом хімічних препаратів

Обробку насіння хімічними засобами захисту рослин проводили комплексом, що містив фунгіцидний протруйник «МАКСИМ XL» (д.р.-флудіоксонил, металаксил) та інсектицид «Круїзер» – (д.р. – тіометоксам), виробництва компанії Syngenta.

Обробку насіння біологічними засобами захисту рослин проводили баковою сумішшю біофунгіциду «Біонорма Pseudomonas» (д.р. – *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aureofaciens*, *Pseudomonas putida*) та біоінсектициду «Агріінсекта Триомакс» (д.р. – *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Bacillus thuringiensis*, *Streptomyces avermitilis*), які були розроблені в лабораторії мікроорганізмів Інституту агроєкології та природокористування НААН і виробляються компанією Bio Norma.

Сквирського району Київської області загальноприйнятим методом [2, 3, 7]. Відбір рослин проводили тричі: 1 – у фазу 3-5 листків (ВВСН 13-15), 2 – у фазу викидання волоті (ВВСН 53-55), 3 – фізіологічної стиглості (ВВСН 87-88). Ґрунт – чорнозем типовий глибокий малогумусний крупно-пилувато суглинковий, рН=6,2.

У дослідження було залучено середньостиглий сорт «Русалка» («Сквирська дослідна станція органічного виробництва ІАП НААН»). Вегетаційний період 80–90 днів. Рослина висотою 170–180 см.

Аналіз кількісного і якісного складу мікробіоти ґрунту проводили методом серійних розведень ґрунтової суспензії з використанням диференційно-діагностичних живильних середовищ:

- амоніфікаторів та спороутворюючих бактерій – поживний агар (МПА);

- актиноміцетів та мікроорганізмів, що засвоюють мінеральні форми азоту – крохмаль-аміачний агар (КАА);

- мікроскопічних грибів – середовище Чапека;

- оліготрофів – голодний агар (ГА);

Теличко Л. П.

- олігонітрофілів – середовище Ешбі;
- педотрофів – ґрунтовий агар (ГрА).

Підрахунок колоній та вивчення морфологічних, культуральних властивостей виділених ізолятів проводили загальноприйнятими мікробіологічними методами [4]. Кількість мікроорганізмів виражали в мільйонах колонієутворюючих одиниць (млн КУО) на один грам абсолютно сухого ґрунту з урахуванням коефіцієнта вологості та розведення ґрунтової суспензії.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Аналізуючи отримані

дані нами було відмічено, що за обробки насіння кукурудзи хімічними препаратами у фазу 3-5 листків кількість амоніфікаторів та мікроскопічних грибів у ризосфері вегетуючих рослин знижується на один порядок. Дещо менше впливали хімічні протруйники на вміст актиноміцетів, олігонітрофілів та педотрофів. У порівнянні з контрольним варіантом чисельність даних мікроорганізмів знижувалась на 75, 70 та 50 % відповідно для умовних груп. Вміст педотрофів і оліготрофів не змінювався під дією хімічних препаратів і був на рівні контролю (табл. 2).

## 2. Чисельність різних груп мікроорганізмів ризосфері кукурудзи за умов застосування хімічних і біологічних засобів захисту .

Варіант	Мікроорганізми, млн КУО/г ґрунту					
	Амоніфікатори та спорові	Актиноміцети	Мікроскопічні гриби	Оліготрофи	Олігонітрофіли	Педотрофи
1 відбір (фаза 3-5 лист)						
Контроль (без обробки)	148,8±17,3	2,9±0,7	5,4±0,6	1,5±0,04	7,6±0,3	3,1±0,5
Обробка біологічними препаратами	151,2±12,1	3,2±0,5	5,5±0,4	1,4±0,02	8,8±0,5	3,2±0,4
Обробка хімічними препаратами	19,1±3,2	0,8±0,02	0,2±0,03	1,1±0,05	1,8±0,1	2,1±0,3
2 відбір (фаза викидання волоті)						
Контроль (без обробки)	154,3±15,2	2,6±0,6	6,3±0,6	1,7±0,02	7,8±0,4	4,1±0,6
Обробка біологічними препаратами	161,2±11,1	3,1±0,3	5,9±0,4	1,6±0,02	8,2±0,5	4,4±0,5
Обробка хімічними препаратами	107,1±13,1	2,7±0,2	4,4±0,6	1,4±0,09	4,7±0,5	3,1±0,5
3 відбір (після збирання врожаю)						
Контроль (без обробки)	167,3±11,2	3,7±0,6	5,2±0,6	1,7±0,09	7,5±0,4	4,2±0,4

Теличко Л. П.

Обробка біологічними препаратами	171,2±12,1	4,1±0,3	5,8±0,3	1,9±0,05	7,1±0,5	4,6±0,2
Обробка хімічними препаратами	168,1±13,3	3,7±0,1	5,9±0,7	1,7±0,09	7,5±0,8	4,1±0,7

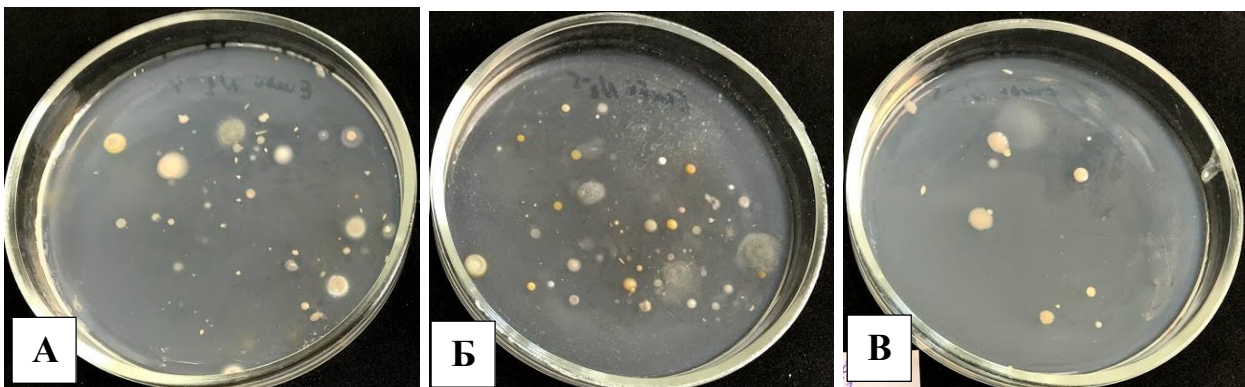
За умов використання біологічних засобів захисту вміст досліджуваних мікроорганізмів був на рівні контролю. Зміни чисельності будь-якої групи умовної групи мікробіоти нами також не відмічено.

На рисунках 1 та 2 представлено загальний вигляд колоній, вирощених на середовищах КАА та Ешбі. Як видно з представлених фото хімічні пестициди обмежують різноманіття ризосферної біоти.



**Рис. 1. Загальний вигляд мікроорганізмів на середовищі КАА виділених із ризосфери ґрунту кукурудзи (відбір 1) за умов обробки її насіння різними протруйниками;**

А - контроль (без обробки), Б - обробка біологічними препаратами; В - обробка хімічними препаратами.



**Рис. 2. Загальний вигляд мікроорганізмів на середовищі Ешбі виділених із ризосфери ґрунту кукурудзи (відбір 1) за умов обробки її насіння різними протруйниками;**

А - контроль (без обробки), Б - обробка біологічними препаратами; В - обробка хімічними препаратами.

Теличко Л. П.

У фазу викидання кукурудзою волоті у варіанті де застосовували хімічні препарати відбувалося поступове відновлення кількості ризосферної мікробіоти у кожній умовній групі. Дещо меншим у порівнянні з контролем залишався вміст мікрофлори у групі амоніфікаторів і спорових бактерій та олігонітрофілів.

У період збирання урожаю солодкої кукурудзи ризосферний мікробіом відновлював свій кількісний і якісний склад і негативна дія хімічних протруйників на мікрофлору ґрунту повністю нівелювалась.

У той же час, застосування мікробних препаратів для захисту кукурудзи від хвороб і шкідників за весь період досліджень не призводило до дисбалансу у складі ґрунтової біоти у порівнянні з контрольним варіантом.

Отримані результати наводять на думку, що кожна з хімічних сполук, що є діючою речовиною досліджуваних протруйників, окремо не чинить значного згубного ефекту на ризосферну біоту. Проте регулярне використання хімічних пестицидів може призводити до незворотного порушення природної мікробної рівноваги у ґрунті і поступової втрати ним родючості.

### **Висновки і перспективи.**

За результатами роботи нами встановлено, що одночасне поєднання фунгіцидів металаксил і

флудіоксоніл та інсектициду тіометоксам для обробки насіння кукурудзи на порядок знижує кількість амоніфікаторів та мікроскопічних грибів у ризосфері рослин на початку вегетації. Менш токсичним був вплив комплексу на актиноміцетів, олігонітрофілів та педоторофів. У порівнянні з контрольним варіантом вміст даних мікроорганізмів знижувався на 50-75 %. Проте з розвитком рослин відбувалося відновлення складу ризосферної мікробіоти у кожній умовній функціональній групі мікроорганізмів і до завершення вегетації кукурудзи мікробний ценоз повертався до свого первинного складу. У випадку застосування мікробіологічних препаратів змін чисельності чи дисбалансу у складі ґрунтової біоти не виявлено. Таким чином, використання хімічних пестицидів має побічний негативний вплив на нецільові агрономічноцінні організми.

Значна частина корисної мікрофлори є антагоністами збудників захворювань рослин або ефективними засобами контролю популяцій шкочинних комах. Заміна хімічних препаратів біологічними пестицидами при вирощуванні культурних рослин є перспективним напрямом і в недалекому майбутньому стане безальтернативною стратегією підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь. Проте,

Теличко Л. П.

на сьогоднішній день ефективність біологічних засобів захисту поступається хімічним і, в першу чергу, через недосконалу систему їх застосування і низький рівень культури агротехнологій.

У світі стрімко зростає інтерес до використання синергії між корисними

мікроорганізмами і хімічними пестицидами, оскільки це дозволяє отримати ефективний і сталий захист вирощуваних культур без порушення структури мікробного біому, що сприяє відновленню родючості деградованих сільськогосподарських угідь.

### Список використаних джерел

1. Бобрик Н.Ю., Кривцова М.В., Ніколайчук В.І., Волошук І.С., Реакція мікробіоти ґрунту на дію важких металів у зоні впливу залізничного транспорту. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*. 2016. 24(1). С. 151–156.

2. ДСТУ 4287:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Київ: Держспоживстандарт України, 2004.

3. ДСТУ ISO 10381-1:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1–5. Київ: Держспоживстандарт України, 2006.

4. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / за наук. редакцією В.В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2010. 464 с.

5. Іутинська Г.О. Мікробні біотехнології для реалізації нової глобальної програми забезпечення сталого розвитку агросфери України. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 149–154.

6. Максименко Л.Д., Калашникова К.В., Абдуразаков А.А. Агротехніка, урожай, якість. *Зернове господарство*. 1984. № 7. С. 9.

7. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою: методичні рекомендації. / підгот. Є.М. Лебідь, В.С. Циков, Ю.М. Пашенко Дніпропетровськ: 2008. 27 с.

8. Реєстраційні випробування фунгіцидів у сільському господарстві. / за ред. С.В. Ретьмана, М.П. Лісового. Київ: Колообіг, 2013. 296 с.

9. Ahmed S., Ahmad M. Note: Toxicity of some insecticides on *Bracon hebetor* under laboratory conditions. *Phytoparasitica*. 2006. Vol. 34. P. 401–404.

10. Arora S., Sahni D. Pesticides effect on soil microbial ecology and enzyme activity. An overview. *Journal of Applied and Natural Science*. 2016. Vol. 8, No 2. P. 1126–1132.

11. Chi-Chu Loa Effect of pesticides on soil microbial community. *Journal of Environmental Science and Health*. 2010. Part B, No 45. P. 348–359.

12. Cyco' n, M., Piotrowska-Seget Z., Kaczy' nska A., Kozdrój J. Microbiological characteristics of a sandy loam soil exposed to tebuconazole and  $\lambda$ -cyhalothrin under laboratory conditions. *Ecotoxicology*. 2006. No15. P. 639–646.

13. Filimon M.N., Voia S.O., Popescu R., Dumitrescu G., Ciochina L.P., Mituletu M., Vlad D.C. The effect of some insecticides on soil microorganisms based on enzymatic and bacteriological analyses. *Romanian Biotechnological Letters*. 2015. Vol. 20, No. 3. P. 10439–10447.

14. Fravel D.R., Deahl K.L., Stommel J.R. Compatibility of the biocontrol fungus *Fusarium oxysporum* strain CS-20 with selected fungicides. *Biol. Control*. 2005. Vol. 34. P. 165–169.

15. Gupta A., Aggarwal A., Chhavi M., Kumar A., Tanwar A. Effect of herbicides Fenoxaprop-P-ethyl and 2,4-D Ethyl-ester on soil mycoflora including VAM fungi in wheat crop. *Indian J. Weed Sci. India*. 2011. No 43. P. 32–40.

16. Hussain S., Siddique T., Saleem M., Arshad M., Khalid A. Impact of pesticides on soil microbial diversity, enzymes, and biochemical reactions. *Advances in Agronomy*. 2009. Vol. 102. P. 159–200.

17. Meena R.S., Kumar S., Datta R., Lal R., Vijayakumar V., Brtnicky M., Sharma M.P., Yadav G.S., Jhariya M.K., Jangir C.K., Imran

Теличко Л. П.

Pathan S., Dokulilova T., Pecina V., Danso Marfo T. Impact of agrochemicals on soil microbiota and management: Review. *Land*. 2020, Vol.9, No 34. P. 1–21.

18. Mehjin A.M., Hmoshi AL-Ani Rawaa M., Kanaan I.A., Thanoon A.A. Effect of pesticides on soil microorganisms. *J. Phys.: Conf. Ser.* 2019. Vol.1294, No 7. P. 18

19. Rossi F., Pesce S., Mallet C., Margoum C., Chaumot A., Masson M., Artigas J. Interactive effects of pesticides and nutrients on microbial communities responsible of litter decomposition in streams. *Front Microbiol.* 2018. Vol. 17, No 9. Article 2437. P. 1–13.

20. Shao H., Zhang Y. Non-target effects on soil microbial parameters of the synthetic pesticide carbendazim with the biopesticides cantharidin and norcantharidin. *Scientific Reports*. 2017. Vol.7, No 5521. P. 1–12.

21. Smith M.D., Hartnett D.C., Rice C.W. Effects of long-term fungicide applications on microbial properties in tallgrass prairie soil. *Soil Biol. Biochem.* 2000. No 32. P. 935–946.

22. Virág D., Naár Z., Kiss A. Microbial toxicity of pesticide derivatives produced with UV-photodegradation. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 2007. Vol. 79. P. 356–359.

### References

1. Bobryk N.U., Kryvcova M.V., Nikolaychuk V.I., Voloschuk I.S. (2016). Reakciya microbioty gruntu na diu vashhkyh metaliv u zoni vplyvu zaliznychnogo transport [Reaction of soil microbiota to the action of heavy metals in the area of influence of railway transport] Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology, 24(1), 151-156.

2. DSTU 4287:2004 Jakist gruntu. Vidbyrannja prob. Kyiv: Dershhspohhyvstandart Ukrainy (2004). [Soil quality. Sampling. Kyiv: State consumer standard of Ukraine].

3. DSTU ISO 10381-1:2004 Jakist gruntu. Vidbyrannja prob. Chasty Jakist gruntu. Vidbyrannja prob. Chasty ny 1-5. Kyiv: Dershhspohhyvstandart Ukrainy (2006). [Soil quality. Sampling. Chapter 1-5. Kiev: State consumer standard of Ukraine].

4. Volkogon V.V. (2010). Eksperymentalna gruntova mikrobiologija

[Experimental soil microbiology]. Kiev: Agrarna nauka, 464.

5. Iuty`nskaja G.O. (2017) Mikrobni biotehnologii dlja relizacii novoji globalnoji programy` zabezpechennja stalogo rozvytku agrosfery` Ukrainy` [Microbial biotechnologies for the implementation of a new global program to ensure sustainable development of Ukraine's agro-sphere] Agroecological journal, 2, 149-154.

6. Maksimenko L.D., Kalashnikova K.V., Abdurazakov A.A. (1984) Agrotehnika, uroshhai, kachestvo [Agricultural machinery, harvest, quality] Grain farming, 7. 9.

7. Lebid E.M., Cikov V.S., Paschenko U.M. (2008) Metodika provedennja polojovy`h doslidiv z kukurudzou: metody`chni rekomendacii [Methods of conducting field experiments with corn: guidelines] Dnipropetrovsk, 28.

8. Ret`man S.V., Lisovy`I M.P. (2013) Reestracii vy`probuvannja fungicidiv u silskomu gospodarstvi [Registration tests of fungicides in agriculture] Kiev, 269.

9. Ahmed S., Ahmad M. (2006) Note: Toxicity of some insecticides on Bracon hebetor under laboratory conditions. *Phytoparasitica*. Vol. 34, 401–404.

10. Arora S., Sahni D. (2016) Pesticides effect on soil microbial ecology and enzyme activity. An overview. *Journal of Applied and Natural Science*. Vol. 8, No 2. P. 1126–1132.

11. Chi-Chu. (2010) Loa Effect of pesticides on soil microbial community. *Journal of Environmental Science and Health*. Part B, No 45. P. 348–359.

12. Cycon M., Piotrowska-Seget Z., Kaczy`nska A., Kozdroj J. (2006) Microbiological characteristics of a sandy loam soil exposed to tebuconazole and  $\lambda$ -cyhalothrin under laboratory conditions. *Ecotoxicology*. No 15. P. 639–646.

13. Filimon M.N., Voia S.O., Popescu R., Dumitrescu G., Ciocina L.P., Mituletu M., Vlad D.C. (2015) The effect of some insecticides on soil microorganisms based on enzymatic and bacteriological analyses. *Romanian Biotechnological Letters*. Vol. 20, No. 3. P. 10439–10447.

14. Fravel D.R., Deahl K.L., Stommel J.R. (2005) Compatibility of the biocontrol fungus *Fusarium oxysporum* strain CS-20 with

Теличко Л. П.

selected fungicides. Biol. Control. Vol. 34. P. 165–169.

15. Gupta A., Aggarwal A., Chhavi M., Kumar A., Tanwar A. (2011) Effect of herbicides Fenoxaprop-P-ethyl and 2,4-D Ethyl-ester on soil mycoflora including VAM fungi in wheat crop. Indian J. Weed Sci. India. No 43. P. 32–40.

16. Hussain S., Siddique T., Saleem M., Arshad M., Khalid A. (2009) Impact of pesticides on soil microbial diversity, enzymes, and biochemical reactions. Advances in Agronomy. Vol. 102. P. 159–200.

17. Meena R.S., Kumar S., Datta R., Lal R., Vijayakumar V., Brtnicky M., Sharma M.P., Yadav G.S., Jhariya M.K., Jangir C.K., Imran Pathan S., Dokulilova T., Pecina V., Danso Marfo T. (2020) Impact of agrochemicals on soil microbiota and management: Review. Land. Vol. 9, No 34. P. 1–21.

18. Mehjin A.M., Hmoshi AL-Ani Rawaa M., Kanaan I.A., Thanoon A.A. (2019) Effect of

pesticides on soil microorganisms. J. Phys.: Conf. Ser. Vol. 1294, No 7. P. 1–8.

19. Rossi F., Pesce S., Mallet C., Margoum C., Chaumot A., Masson M., Artigas J. (2018) Interactive effects of pesticides and nutrients on microbial communities responsible of litter decomposition in streams. Front Microbiol. Vol. 17, No 9. Article 2437. P. 1–13.

20. Shao H., Zhang Y. (2017) Non-target effects on soil microbial parameters of the synthetic pesticide carbendazim with the biopesticides cantharidin and norcantharidin. Scientific Reports. Vol. 7, No 5521. P. 1–12.

21. Smith M.D., Hartnett D.C., Rice C.W. (2000) Effects of long-term fungicide applications on microbial properties in tallgrass prairie soil. Soil Biol. Biochem. No 32. P. 935–946.

22. Virág D., Naár Z., Kiss A. (2007) Microbial toxicity of pesticide derivatives produced with UV-photodegradation. Bull. Environ. Contam. Toxicol. Vol. 79. P. 356–359.

## АНАЛИЗ РИЗОСФЕРНОГО МИКРОБИОМА САХАРНОЙ КУКУРУЗЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИЮ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ

Л. П. Теличко

*Аннотация.* В статье представлены результаты изучения влияния химических и биологических протравителей на состав микробиома ризосферы сахарной кукурузы в течение ее вегетации.

Показано, что при использовании химических препаратов в первой половине вегетационного периода в ризосфере растений на порядок снижается количество аммонификаторов и микроскопических грибов. Влияние ксенобиотиков на содержание актиномицетов, олигонитрофилов и педоторофов менее токсичным. В сравнении с контролем содержание данных микроорганизмов снижалось на 50-75%, при этом изменения претерпевает не только количественный, но и качественный состав ризосферных микрофлоры. В то же время исследуемые пестициды не влияли на содержание олиготрофов.

По мере развития растений негативное влияние химических протравителей на микрофлору почвы постепенно нивелировались. Происходило восстановление состава ризосферных микробиоты в каждой условной функциональной группе микроорганизмов и до завершения вегетации кукурузы природный микробный ценоз возвращался к своему первоначальному количественному и качественному составу.

Применение микробиологических средств защиты не приводило к изменениям численности или дисбаланса в составе почвенной биоты. Ее

Теличко Л. П.

количественный и качественный состав соответствовал контрольному варианту.

**Ключевые слова:** ризосфера кукурузы, микроорганизмы, пестициды, биопрепараты

**ANALYSIS OF RHYSOPHERE MICROBIOME OF SUGAR MAIZE UNDER  
THE INFLUENCE OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL SEEDS  
TREATMENT PESTICIDES  
L. P. Telichko**

**Abstract.** *The article presents the results of studying the influence of chemical and biological seed treatment pesticides on the composition of the rhizosphere microbiome of sugar corn during its growing season.*

*It was shown that the using of chemicals reduces the number of ammonifiers and microscopic fungi in the rhizosphere of plants in the first half of the growing season. The effect of xenobiotics on the content of actinomycetes, oligonitrophils and pedotorophs was less toxic. The content of these microorganisms was decreased by 50-75% in comparison with the control, with changes in the quantity and assortment of the rhizosphere microflora. At the same time, the studied pesticides did not affect the content of oligotrophs.*

*As the plants developed, the negative effects of chemical pesticides on the soil microflora gradually leveled off. The composition of rhizosphere microflora in each conditional functional group of microorganisms was restored, and before the end of the maize vegetation, the natural microbial content returned to its original quantitative and qualitative composition.*

*The use of microbiological seed treatment pesticides did not lead to changes in the number of soil microorganisms or its imbalance of composition. The quantitative and qualitative composition was coincided to the control.*

**Key words:** *maize rhizosphere, microorganisms, pesticides, biologicals products*

**EXCRETION OF  $^{137}\text{Cs}$  FROM SILVER PRUSSIAN CARP (*CARASSIUS GIBELIO*) AT 5 °C WATER TEMPERATURE****O. KASHPAROVA**, PhD student<sup>1,2\*</sup>**Yu. KHOMUTININ**, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher <sup>1</sup>**H.-C. TEIEN**, PhD<sup>2</sup>**I. GUDKOV**, Doctor of Biological Sciences, Professor <sup>1</sup><sup>1</sup> *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*<sup>2</sup> *Center for Environmental Radioactivity (CERAD), Norwegian University of Life Sciences, P.O. Box 5003, N-1432, Ås, Norway**E-mail: elena.kashparova@gmail.com*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.008>

**Abstract.** *After the accidents at Chernobyl and Fukushima-1 nuclear power plants, the radioactive contamination of fish can still exceed the permissible levels of radionuclides in food. In order to predict the radioactive contamination of fish, the parameterization of mathematical models is the basis for radiation protection of humans and the environment. Until recently, there were no parameters of radiocaesium metabolism which is the rate of uptake and excretion of radionuclides from fish at a water temperature below 8–10 °C during winter season.*

*The aim of this work was to determine the rate of  $^{137}\text{Cs}$  excretion (biological half-life) from the silver Prussian carp (*Carassius gibelio*) at a water temperature of  $5\pm 1$  °C under controlled conditions in aquarium.*

*As a result of experimental studies, the values of the  $^{137}\text{Cs}$  biological half-life were obtained from the silver Prussian carp ( $392\pm 206$  days) in the absence of feeding at a water temperature of  $5\pm 1$  °C. That corresponds to the values previously obtained by us in similar conditions after the radioactive contamination of fish in the environment of the Chernobyl Exclusion Zone –  $433\pm 162$  days. When describing the dynamics of a decrease of the  $^{137}\text{Cs}$  activity concentration in the body of silver Prussian carp with double exponential dependence, the proportion of the fast component of the radionuclide content decrease was  $19\pm 3\%$ . In this case, the fast and slow rates of  $^{137}\text{Cs}$  excretion from the body of the fish were equal to  $0.3\pm 0.2$  days<sup>-1</sup> and  $0.0004\pm 0.0003$  days<sup>-1</sup>, respectively.*

*The results obtained in the work show that the level of radioactive contamination of fish will be constant during the winter season. And its seasonal decrease in winter (according to the sawtooth dependence), usually expected out of projected estimates, does not happen. That was also confirmed by the results and experimental data obtained in the environment of the Chernobyl Exclusion Zone.*

**Keywords:**  $^{137}\text{Cs}$ , radioecology, *Carassius gibelio*, Chernobyl accident, radioactive contamination, permissible levels, the rate of radionuclide excretion

---

\* Supervisor – Professor I.N. Gudkov and PhD H.-C. Teien

**Introduction.** For many years, the activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in the fish organism exceeds the permissible levels of radionuclides in food products DR-2006 –  $150 \text{ Bq kg}^{-1}$  in the territory contaminated as a consequence of the Chernobyl accident [1–3].

There is a direct dependence between the level of fish metabolism and the metabolism of individual elements on water temperature [4, 5]. Predictive analysis made by using generally accepted mathematical models showed that a decrease in the activity concentration of radiocaesium in fish should be observed with a factor of 1.5–2 in winter at a water temperature below  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  in comparison with the summer period [2, 5, 6]. This is due to a decrease of the  $^{137}\text{Cs}$  uptake by fish with consumed food in winter, since the feeding is practically stopped for such fish species as silver Prussian carp, rudd and others, during November–March at a water temperature below  $8\text{--}10 \text{ }^\circ\text{C}$  in the environment of the northern part of Ukraine [7]. However, it is believed that the rate of excretion of radiocaesium from the body of fish does not change significantly during the year. Recent studies of aquarium experiments have shown that the biological half-lives of  $^{137}\text{Cs}$  (the time during which the activity concentration of the radionuclide is reduced by 2 times) from the body of silver Prussian carp brought from the Chernobyl Exclusion Zone (ChEZ), at water temperatures of  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  and  $22 \text{ }^\circ\text{C}$  were significantly different and were

demonstrated during  $433\pm 162$  days and  $78\pm 4$  days, respectively [8]. In this case, the radioactive contamination of silver Prussian carp occurred in natural conditions in the reservoir of the ChEZ through the digestive system of fish with food, mainly in the summer [9]. It was shown that the activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in the body of fish will be two orders of magnitude lower in the case of radioactive contamination of water bodies in the winter at a water temperature below  $8\text{--}10 \text{ }^\circ\text{C}$  in the absence of fish feeding and the entry of radionuclides into the body directly from the water through gills and skin, than in the case with radioactive pollution of water in the summer [9].

To confirm this and clarify forecast estimates in the event of radiation accidents, it is necessary to evaluate the rate of radiocaesium excretion from silver Prussian carp at a water temperature of  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  after it penetrates into fish directly from radioactively contaminated water (not through the digestive system with food).

Determination of the values of the excretion rate (half-life) of radionuclides from the fish organism is also of practical importance as a countermeasure to reduce the level of radioactive contamination of fish [10]. From the end of 2014 to the present, the water level of the Chernobyl NPP cooling pond has decreased by 5–6 meters, which has led to which has led to the following changes : the area of the reservoir has decreased and the density

Кашпарова О. В., Хомутінін Ю. В., Теїєн Х.-К., Гудков І. М.

of fish in the formed lakes has increased [11]. In this regard, there were proposals to transfer fish from the Chernobyl cooling pond into the Pripyat River. However, the lack of data on the real values of the radionuclides elimination rates at different temperatures in natural conditions, feeding regimes and weight changes of the fish did not allow to optimize the time for the fish transferring and the need for fattening with clean feed before that.

**The aim of the study** is to determine the excretion rate (biological half-life) of  $^{137}\text{Cs}$  from the body of silver Prussian carp at a water temperature of  $5\pm 1$  °C. To achieve this, an aquarium experiment was conducted to measure the dynamics of  $^{137}\text{Cs}$  in the fish body after their radioactive contamination directly from water in the absence of feeding [9].

**Materials and methods of research.** The subject of this study was the wild silver Prussian carp with the weight  $M(0)=15\pm 2$  g and the absolute length  $L = 10.1\pm 0.4$  cm, taken from the reservoir near s. Rozhny (N 50.663383°, E 30.722267°). Before the experiment, fish were transferred in two 9-liter aquariums (7 fish per aquarium) located in a refrigerator at a water temperature of  $5\pm 1$  °C for 14 days to proceed the radioactive contamination. The activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in aquarium water was 1 kBq  $^{137}\text{Cs}/\text{l}$ . During 14 days of radioactive contamination and 77 days of the entire experiment for the  $^{137}\text{Cs}$  excretion study, the silver Prussian carp

were without food, since at a water temperature below 8–10 °C in the natural conditions of Ukrainian Polissia, silver Prussian carp stop feeding [7]. Water for aquariums with  $^{137}\text{Cs}$  content less than 0.01 Bq  $\text{l}^{-1}$  was always taken from the same natural floodplain lake near the Dnieper within Kozyn village area (N50.224737°, E30.670096°) as it was similar in chemical composition to water in Hlyboke Lake in the ChEZ ( $^{39}\text{K} - 1.4\pm 0.5$  mg  $\text{l}^{-1}$ ;  $^{44}\text{Ca} - 30\pm 1$  mg  $\text{l}^{-1}$ ;  $^{88}\text{Sr} - 0.11\pm 0.04$  mg  $\text{l}^{-1}$ ;  $^{133}\text{Cs} - 5\pm 3$  ng  $\text{l}^{-1}$ ) [9]. Continuous monitoring and maintaining a constant water temperature of  $5\pm 1$  °C in aquariums was realized by using thermoregulators (DigiTOP TP-1, Ukraine) with precision of 0.1 °C and automatic sensors Onset HOBO UA-001-64 Waterproof Pendant 64K Temperature Data Loggers (Onset Computer Corporation, USA) immersed in the water. The aquarium water was constantly filtered by submersible filters (AquaEl Fan Mini Plus, Poland) that were cleaned daily. Air into the aquarium water was supplied with compressors and spray guns (Tetra APS 50 and Tetra AS50, Germany).

Before the beginning of the experiment and every 14 days after the radioactive contamination of fish directly into the water, the activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  was measured in each group of 7 live fish. After that, blood samples were taken from 7 fish from one aquarium for measuring the glucose level (Contour Plus, Bayer Healthcare AG, Germany) and the

Кашпарова О. В., Хомутінін Ю. В., Теїєн Х.-К., Гудков І. М.

amount of hemoglobin (HemoCue® Hb 201+, USA). The  $^{137}\text{Cs}$  activity was also measured directly in muscle tissues gills, skin, and intestines. The remaining 7 fish were moved to a similar aquarium with clean water ( $t=0$ ) to begin the intravital measurements of dynamics of decrease in  $^{137}\text{Cs}$  activity ( $A_f(t)$ , Bq). During the experiment, the replacement of aquarium water was carried out every 7–12 days after its chemical composition had been measured (Tetra Test 6in1, Germany).

Measurements of the  $^{137}\text{Cs}$  activity in live fish ( $A_f(t)$ , Bq) and in the water of the aquariums before its replacement were carried out in Marinelli vessels with a volume of 1 liter every 3–12 days. Fish tissue samples were measured in 10 cm<sup>3</sup> plastic vials on a low-background gamma-spectrometric complex with the high-purity germanium detector GEM-30185 («EG & G ORTEC», USA) having energy resolution of 1,78 keV for the 1,33 MeV line of  $^{60}\text{Co}$  in low-background passive lead protection. To measure the  $^{137}\text{Cs}$  activity in live fish, 7 fish from each aquarium were placed in a Marinelli vessel with water. During the measurements the water temperature in Marinelli vessels was equal to the temperature of the aquarium water ( $5\pm 1$  °C), and its total weight was brought to

$$C_f(t)/C_f(t=0) = \exp(-(k_b + \lambda) \cdot t) \quad (1)$$

where  $k_b$  is the rate of  $^{137}\text{Cs}$  excretion from fish, day<sup>-1</sup>;

1000 g. The  $^{137}\text{Cs}$  activity in the samples was measured on the total absorption peak for the 661.6 keV gamma line during 600–1000 seconds. Repeated measurements of the counting rates from live fish, made on the total absorption peak, showed that the scatter of the measurements did not exceed 20%. This is due to the different positions of fish in the Marinelli vessel during the measurements. After the experiment was completed, the correlation dependence was obtained between the  $^{137}\text{Cs}$  activity concentration in fish samples and the pulse count rate. The weight of fish ( $M(t)$ , g) was estimated by the mass difference of the Marinelli vessel with water and fish, as well as without it, the  $^{137}\text{Cs}$  activity concentration measured in each case.

To measure the  $^{137}\text{Cs}$  activity in water along with selected fish samples, the calibration reference sources with known activity and the same geometry were used.

The weight of the samples was measured on the balance KERN pfb with an accuracy of 0.01 g and the balance AXIS AD200 with an accuracy of 0.001 g.

The exponential dependence was used for a mathematical description of the dynamics of decrease in the  $^{137}\text{Cs}$  activity concentration in fish ( $C_f(t) = A_f(t) \cdot 1000 / M(t)$ , Bq kg<sup>-1</sup>) during  $t$  (days) [6, 8]:

$$T_{1/2}^{bio} = \ln(2) / k_b \quad - \quad \text{biological half-life of } ^{137}\text{Cs, day};$$

Кашпарова О. В., Хомутінін Ю. В., Теїєн Х.-К., Гудков І. М.

$\lambda=6.3 \cdot 10^{-5} \text{ day}^{-1}$  – decay constant  
 $^{137}\text{Cs}$ .

Also, double exponential dependence is often used to describe the

$$\frac{C_f(t)}{C_f(t=0)} = a \cdot \exp(-k_b^f \cdot t) + (1 - a) \cdot \exp(-(k_b^s + \lambda) \cdot t) \quad (2)$$

where  $a$  is the proportion of the fast component of the radionuclide content reduction;

$k_b^f$  and  $k_b^s$  are fast and slow rates of  $^{137}\text{Cs}$  excretion from the body of fish,  $\text{day}^{-1}$ ;

**Results and discussion.** After the fish contamination for 14 days in water with activity concentration of  $1 \text{ Bq ml}^{-1}$  at the start of the experiment, the average activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in silver Prussian carp muscle tissue ( $N = 7$ ) was  $C_f(t=0)=630 \pm 113 \text{ Bq kg}^{-1}$  natural weight. The activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in the gills was  $730 \pm 70 \text{ Bq kg}^{-1}$ , in the skin –  $470 \pm 70 \text{ Bq kg}^{-1}$  and in the intestines –  $990 \pm 100 \text{ Bq kg}^{-1}$ . The average glucose level in the blood of the silver Prussian carp was  $5.8 \pm 1.7 \text{ mmol/l}$  and the amount of hemoglobin was  $8.6 \pm 0.6 \text{ g/l}$ .

During the experiment, the activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in aquarium water was at the level of the minimum detectable activity concentration below  $2 \text{ Bq l}^{-1}$ . This did not allow to use the results to assess correctly the leakage of radiocaesium from the body of fish into water due to the high measurement errors of its activity. The most accurate results were obtained by intravital

dynamics of decrease in activity concentration in animals [12]:

measurement of  $^{137}\text{Cs}$  activity in dynamics directly in the live fish.

The relative dynamics of changes in the  $^{137}\text{Cs}$  activity concentration is shown in Fig. 1. The results were obtained by intravital measurements of the activity of  $^{137}\text{Cs}$  from the muscle tissue of silver Prussian carp living in pure water for 77 days. At the end of the experiment, the average weight of the silver Prussian carp was  $M(t=77)=13 \pm 2 \text{ g}$ , the  $^{137}\text{Cs}$  activity concentration in the muscle tissue ( $N = 7$ ) was  $C_f(t=77)=490 \pm 85 \text{ Bq kg}^{-1}$ , in the gills –  $350 \pm 67 \text{ Bq kg}^{-1}$ , in the skin –  $458 \pm 92 \text{ Bq kg}^{-1}$  and in the intestines –  $533 \pm 75 \text{ Bq kg}^{-1}$ .

During the experiment, there was no statistically significant change in acidity (pH), hardness (KH and GH) and concentration of  $^{23}\text{Na}$ ,  $^{24}\text{Mg}$ ,  $^{39}\text{K}$ ,  $^{44}\text{Ca}$ ,  $^{88}\text{Sr}$ ,  $^{133}\text{Cs}$ ,  $^{238}\text{U}$  in the aquarium water [8, 9]. Also, the content of nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) and chlorine ( $\text{Cl}^2$ ) in the water did not exceed permissible levels.

Using the method of least squares, we determined the rates of  $^{137}\text{Cs}$  excretion from the muscle tissue of silver Prussian carp in the exponential dependence (equation 1) – Fig. 1:

$$k_b = 0.0018 \pm 0.0009 \text{ day}^{-1};$$

and double exponential dependence (equation 2):

$$a = 0.19 \pm 0.03; k_b^f = 0.3 \pm 0.2 \text{ day}^{-1}; k_b^s = 0.0004 \pm 0.0003 \text{ day}^{-1}.$$

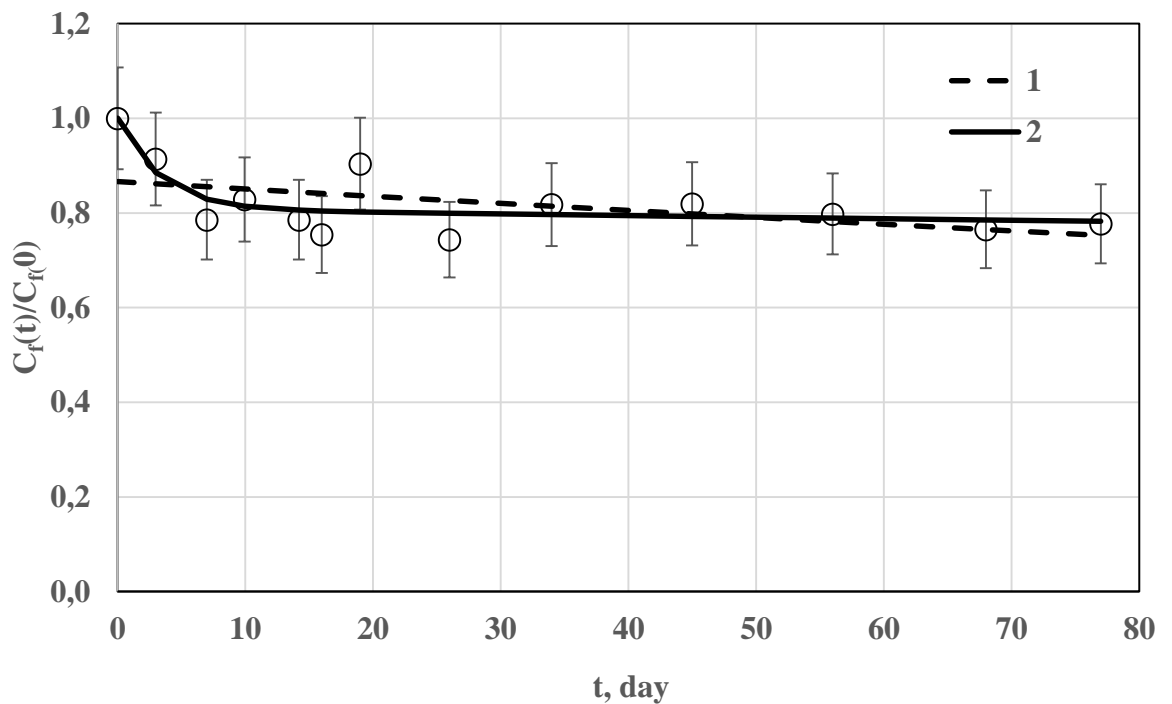


Fig. 1 Dynamics of the relative activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in the muscle tissue of silver Prussian carp, as well as the corresponding theoretical exponential (1 – equation 1) and double exponential dependence (2 – equation 2).

Equation 2 describes better the experimental data (correlation coefficient is 0.83) if compare to the exponential dependence in equation 1 (correlation coefficient is 0.50), which is also typical of other organisms [13].

Our value of the biological half-life of  $^{137}\text{Cs}$  from the muscle tissue of silver Prussian carp ( $T_{1/2}^{bio} = 392 \pm 206$  day) corresponds to previously obtained values of the radioactive contamination of fish in the conditions similar to the ChEZ natural environment –  $T_{1/2}^{bio} = 433 \pm 162$  day [8].

When the biological half-life of the  $^{137}\text{Cs}$  slow component from the body of fish lasts more than 400 days and a fraction of the fast component of a radionuclide content decrease is about

20%, a monotonic decrease of the fish radioactive contamination in 1.5–2 times cannot occur in winter [2, 5]. If, under these conditions, the fish continue the insignificant consumption of radioactively contaminated feed, then there will be no decline in the radioactive contamination of fish in the winter. Therefore, the level of radioactive contamination of fish will be permanent in the winter, which does not correspond to the sawtooth dependence usually obtained with projected estimates [2, 5]. This conclusion is also confirmed by experimental data obtained in real-time conditions of the ChEZ [14].

### Conclusion

As a result of experimental studies, the values of the excretion rate of  $^{137}\text{Cs}$  from the Prussian carp (*C. gibelio*) in the

Кашпарова О. В., Хомутинін Ю. В., Теїєн Х.-К., Гудков І. М.

absence of feeding at a water temperature of  $5 \pm 1$  °C were obtained  $k_b = 0.0018 \pm 0.0009$  day<sup>-1</sup> ( $T_{1/2}^{bio} = 392 \pm 206$  day). That corresponds to previously obtained values in similar conditions after the radioactive contamination of fish in the environment of the ChEZ –  $T_{1/2}^{bio} = 433 \pm 162$  days (Kashparova et al., 2019).

When describing the dynamics of a decrease in the activity concentration of <sup>137</sup>Cs in an organism of silver Prussian carp by an exponential dependence (equation 2), the fraction of the fast component of the decrease in the content of radionuclide was  $a = 0.19 \pm 0.03$ . In this case, the fast and slow rates of <sup>137</sup>Cs excretion from the body of the fish were equal to  $k_b^f = 0.3 \pm 0.2$  day<sup>-1</sup> ( $T_{1/2}^{bio} =$

$2.3 \pm 1.5$  day) and  $k_b^s = 0.0004 \pm 0.0003$  day<sup>-1</sup> ( $T_{1/2}^{bio} = 1733 \pm 1300$  days), respectively.

### Acknowledgments

This work was supported by the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (No 110/1-pr-2019, State registration number 0119U100844) under the project “Determination of maximum permissible concentrations of radionuclides in reservoirs based on caesium and strontium metabolism in fish”; and the Norwegian Centre for International Cooperation in Education (SiU) through the «Joint Ukrainian-Norwegian education program in Environmental Radioactivity» (grant CPEA-2015/10108).

### References

1. Khomutinin Yu.V. Dependence of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr accumulation rates by fish on potassium and calcium in a freshwater reservoir / Yu.V. Khomutinin, V.A. Kashparov, A.V. Kuzmenko // Radiation biology. Radioecology. – 2011. – №51(3). – P. 374–384 (Russ).
2. The forecast of the dynamics and risk of exceeding the permissible content of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in the fish of the Kiev reservoir at the late phase of the Chernobyl accident / Yu.V. Khomutinin, V.A. Kashparov, A.V. Kuzmenko et al. // Radiation biology. Radioecology. – 2013. – №53(4). – P. 411–427 (Russ).
3. Radionuclides in native fish species of the Chernobyl Exclusion Zone / A.Ye. Kaglyan, D.I. Gudkov, V.G. Klenus et al. // Nuclear physics and energy. – 2012. – №13(3). – P.306-315 (Russ).
4. Katkov A. E. Influence of water temperature on the accumulation of radionuclides by fish. Problems of radioecology of cooling ponds of nuclear power

plants / A.E. Katkov, D.I. Gusev, A.V. Dzebunov et al. // Sat articles. Sverdlovsk. – UC AN USSR. – 1978. – P. 70-75.

5. Kryshev A. I. Calculation model of fish contamination <sup>137</sup>Cs and its application for Lake Kozhanovsky (Bryansk region) / A.I. Kryshev, I.N. Ryabov // Radiation biology. Radioecology. – 2005. – №45(3). – P.338-345 (Russ).

6. Smith J.T. Modelling the dispersion of radionuclides following short duration releases to rivers Part 2. Uptake by fish / J.T. Smith // Science of the Total Environment. – 2006. – P.502-518.

7. Polyakova N.I. Features of <sup>137</sup>Cs uptake in fish of different trophic levels from water bodies contaminated with radionuclides as a result of the Chernobyl accident, abstract of thesis. kb by special 03.00.10-ichthyology, Moscow: Institute of Ecology and Evolution A.N. Severtsev RAS. – 2008. – P. 25 (Russ).

8. Dynamics of the <sup>137</sup>Cs excretion from Prussian carp (*Carassius gibelio*) at different

Кашпарова О. В., Хомути́н Ю. В., Те́ен Х.-К., Гудков І. М.

water temperatures / O. Kashparova, H.-C. Teien, S. Levchuk et al. // Nuclear physics and atomic energy. – 2019. – №20(4). – P.411-419 <https://doi.org/10.15407/jnpae2019.04.411> (Russ).

9. Dynamics of  $^{137}\text{Cs}$  uptake from water to Prussian carp (*Carassius gibelio*) / O. Kashparova, H.-C. Teien, S. Levchuk et al. // Nuclear Physics and Atomic Energy. – 2020. – № 21(1). – P.64-74. <https://doi.org/10.15407/jnpae2020.01.064> (Russ).

10. Kaglyan A.Yu., Gudkov D.I, Sizonenko V.P, Yurchuk L.P. (2018). Patent No. 128443. Method of purification of *Carassius Gibelio* Bloch from  $^{137}\text{Cs}$  to hygienic radiation-safe levels. publ. 25.09.2018, bul. № 18.

11. Environmental Impact Assessment of the Drawdown of the Chernobyl NPP Cooling Pond as a Basis for Its Decommissioning and Remediation. IAEA-TECDOC-1886. – 2019. –

International Atomic Energy Agency. – Vienna. – P. 186.

12. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and fresh-water environments. IAEA-TRS-472. – 2010. – P.194. [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/trs472\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/trs472_web.pdf)

13. Fesenko S., Howard B.J. Guidelines for Remediation Strategies to Reduce the Radiological Consequences of Environmental Contamination, Technical Editors / S. Fesenko, B.J. Howard : International Atomic Energy Agency, Vienna, IAEA TRS 475. – 2012. – P.183. [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/trs475\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/trs475_web.pdf)

14. Uptake of  $^{137}\text{Cs}$  with walleye (*Lucioperca lucioperca* L.) / Zarubin O.L, Kostyuk V.A, Malyuk I.A et al. // Nuclear physics and energy. – 2012. – № 13(2). – P.175-181 (Russ).

## ВЫВЕДЕНИЯ $^{137}\text{Cs}$ ИЗ ОРГАНИЗМА КАРАСЯ СЕРЕБРЯНОГО (*CARASSIUS GIBELIO*) ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ ВОДЫ 5 °С Е. В. Кашпарова, Ю. В. Хомути́н, Х.-К. Те́ен, И. Н. Гудков

**Аннотация.** После Чернобыльской аварии и аварии на АЭС Фукусима-1 радиоактивное загрязнение рыб до настоящего времени может превышать допустимые уровни содержания радионуклидов в рыбных продуктах питания человека. Параметризация математических моделей с целью прогнозирования радиоактивного загрязнения рыб является одной из основ для радиационной защиты человека и окружающей среды. До последнего времени отсутствовали параметры метаболизма радиоцезия – скорости поступления и выведения радионуклидов из организма рыб в зимний период при температуре воды ниже 8-10 °С.

Целью настоящей работы было определение скорости выведения (периода биологического полувыведения)  $^{137}\text{Cs}$  из организма карася серебряного (*Carassius gibelio*) при температуре воды  $5\pm 1$  °С в аквариумных контролируемых условиях.

В результате проведенных экспериментальных исследований были получены значения периода биологического полувыведения  $^{137}\text{Cs}$  из организма карася серебряного ( $392\pm 206$  суток) в отсутствие кормления при температуре воды  $5\pm 1$  °С, которые равны ранее полученным нами величинам для аналогичных условий после радиоактивного загрязнения рыбы в естественных условиях чернобыльской зоны отчуждения –  $433\pm 162$  суток. При описании динамики уменьшения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в организме карасей серебряных двух экспоненциальной зависимостью доля быстрой составляющей уменьшения

Кашпарова О. В., Хомутінін Ю. В., Теїєн Х.-К., Гудков І. М.

содержания радионуклида составила  $19 \pm 3\%$ . При этом быстрая и медленная скорости выведения  $^{137}\text{Cs}$  из организма рыбы были равны  $0.3 \pm 0.2$  сутки<sup>-1</sup> и  $0.0004 \pm 0.0003$  сутки<sup>-1</sup>, соответственно.

Полученные в работе результаты показывают, что уровень радиоактивного загрязнения рыбы в зимний период будет постоянным и его сезонное уменьшение, в зимнее время (пилообразная зависимость) обычно получаемое ранее при прогнозных оценках не должно наблюдаться, о чем свидетельствуют приведенные результаты и экспериментальные данные, полученные в реальных природных условиях чернобыльской зоны отчуждения.

**Ключевые слова:**  $^{137}\text{Cs}$ , радиоэкология, *Carassius gibelio*, Чернобыльская авария, радиоактивное загрязнение, допустимые уровни, скорость выведения радионуклида

### ВИВЕДЕННЯ $^{137}\text{Cs}$ З ОРГАНІЗМУ КАРАСЯ СРІБНОГО (*CARASSIUS GIBELIO*) ПРИ ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ 5 °C

О. В. Кашпарова, Ю. В. Хомутінін, Х.-К. Теїєн, І. М. Гудков

**Анотація.** Після Чорнобильської аварії та аварії на АЕС Фукусіма-1 радіоактивне забруднення риб до теперішнього часу може перевищувати допустимі рівні вмісту радіонуклідів у рибних продуктах харчування людини. Параметризація математичних моделей з метою прогнозування радіоактивного забруднення риб є основою для радіаційного захисту людини і навколишнього середовища. До останнього часу були відсутні параметри метаболізму радіоцезію – швидкості надходження і виведення радіонуклідів з організму риб в зимовий період при температурі води нижче 8–10 °C.

Метою цієї роботи було визначення швидкості виведення (періоду біологічного напіввиведення)  $^{137}\text{Cs}$  з організму карася срібного (*Carassius gibelio*) при температурі води  $5 \pm 1$  °C в акваріумних контрольованих умовах.

У результаті проведених експериментальних досліджень були отримані значення періоду біологічного напіввиведення  $^{137}\text{Cs}$  з організму карася срібного ( $392 \pm 206$  діб) без годування при температурі води  $5 \pm 1$  °C, які відповідають раніше отриманими нами величинам для аналогічних умов після радіоактивного забруднення риби в природних умовах Чорнобильської зони відчуження -  $433 \pm 162$  діб. При описі динаміки зменшення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  в організмі карасів срібних двома експоненційною залежністю частка швидкої складової зменшення вмісту радіонукліда склала  $19 \pm 3\%$ . При цьому швидка і повільна швидкості виведення  $^{137}\text{Cs}$  з організму риби були рівні  $0.3 \pm 0.2$  діб<sup>-1</sup> та  $0.0004 \pm 0.0003$  діб<sup>-1</sup>, відповідно.

Отримані в роботі результати показують, що рівень радіоактивного забруднення риби в зимовий період буде постійним і його сезонне зменшення, в зимовий час (пилоподібна залежність) зазвичай отримується раніше при прогнозних оцінках, не повинно спостерігатися, про що свідчать наведені результати і експериментальні дані, отримані в реальних природних умовах чорнобильської зони відчуження.

Кашпарова О. В., Хомутінін Ю. В., Теїєн Х.-К., Гудков І. М.

**Ключові слова:**  $^{137}\text{Cs}$ , радіоекологія, *Carassius gibelio*, Чорнобильська аварія, радіоактивне забруднення, допустимі рівні, швидкість виведення радіонукліда

УДК 636.22/.28:612.12+612.357.1:615.33

**АКТИВНІСТЬ ТРАНСАМІНАЗ І ВМІСТ БІЛІРУБІНУ У КРОВІ ЩУРІВ  
ЗА ВВЕДЕННЯ АНТИБІОТИКА ЕНРОФЛОКСАЦИНУ,  
НАНОПОЛІМЕРУ ПЕГ-400 ТА ЇХ КОМПЛЕКСУ**

**О. М. ЗЕЛЕНІНА**, асистент

*Одеський державний аграрний університет,*

*E-mail: Zeleninaoksana@ukr.net*

**Д. Д. ОСТАПІВ**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий  
співробітник

*Інститут біології тварин НААН*

*E-mail: oddost@ukr.net*

**І. А. ДРОНЬ**, кандидат хімічних наук, науковий співробітник

*Національний університет «Львівська політехніка»*

*E-mail: irynadron@ukr.net*

**В.Я. САМАРИК**, доктор хімічних наук, професор

*Національний університет «Львівська політехніка»*

*E-mail: volodymyr.y.samaryk@lpnu.ua*

**Ю.М. КОСЕНКО**, доктор біологічних наук

*Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних  
препаратів та кормових добавок*

*E-mail: ykosenko@scivp.lviv.ua*

**В. В. ВЛІЗЛО**, академік НААН, доктор ветеринарних наук, професор

*Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних  
препаратів та кормових добавок*

*E-mail: vasy1.vlizlo@scivp.lviv.ua*

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.009>

**Анотація.** Впровадження у виробництво антибіотиків з цільовою доставкою в уражені тканини та клітини-мішені має актуальне значення для підвищення ефективності лікування людей та тварин. Метою нашої роботи було вивчити вплив антибіотика енрофлораксацину окремо та у комплексі з нанополімером ПЕГ-400 на активність ензимів переамінування (АлАТ, АсАТ) і вміст білірубину у сироватці крові щурів. Комплекс антибіотика енрофлораксацину з нанополімером – ПЕГ-400 одержували за реакцією взаємодії хлорангідриду енрофлораксацину з ПЕГ-400. Дослідження проведені на чотирьох групах щурів: контрольна і три дослідні, по 12 тварин в кожній. Контрольним щурам внутрішньом'язово вводили фізіологічний розчин, а дослідним групам: першій - антибіотик енрофлораксацин, другій – нанополімер ПЕГ-400, третій – комплекс енрофлораксацин+ПЕГ-400. Дослідження, які були проведені через 7 діб після введення препаратів показали, що антибіотик енрофлораксацин окремо та у комплексі з нанополімером ПЕГ-400 спричиняють зростання активності

Зеленіна О. М., Остапів Д. Д., Дронь І. А., Самарик В. Я., Косенко Ю. М., Влізло В. В.

*амінотрансфераз і вмісту загального білірубіну в крові щурів, що може вказувати на структурне та функціональне навантаження на печінку. На 14 добу досліджень у крові дослідних груп щурів, які отримували комплекс антибіотика енрофлосацину з нанополімером ПЕГ-400, встановлено найнижчі показники активності АлАТ і АсАТ, а також зниження вмісту загального білірубіну. Через 21 добу після введення досліджуваних речовин у крові щурів, які отримували комплекс енрофлосацин-ПЕГ-400, активність амінотрансфераз відповідала фізіологічним значенням, а вміст білірубіну значно знижувався, що може свідчити про відновлення структури та функціонального стану клітин печінки.*

*У перспективі планується дослідити вплив комплексу антибіотика енрофлосацину з нанополімером ПЕГ-400 на функціональний стан та структуру органів і систем організму.*

**Ключові слова:** щури, антибіотик енрофлосацин, нанополімер, АсАТ, АлАТ, білірубін

#### **Актуальність дослідження.**

Швидке підвищення стійкості мікроорганізмів до дії антибіотиків є важливою проблемою фармацевтичної промисловості. Зниження та втрата антимікробних властивостей препаратів спричиняє значні економічні збитки через їх вимушене обмеження до застосування або зняття з виробництва [1-3]. Однією із причин, що знижує ефективність антибіотиків у традиційних формах, є понижена антимікробна дія внаслідок недостатнього проникнення через клітинні мембрани та, відповідно, низький вміст і активність в уражених тканинах [4].

Сьогодні існує гостра потреба у розробленні альтернативних антибактеріальних засобів [5]. Зокрема, на основі нанотехнологій створюються нанопрепарати високої фармакотерапевтичної активності з пониженою побічною дією, що

сприяє підвищенню ефективності лікування різних захворювань людини і тварин [6, 7].

#### **Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

Застосування наносполук для створення нових медикаментів, а також розроблення нанопрепаратів з утворення комплексів традиційних лікарських засобів з наносполуками покращує проникнення у вогнища патологічного процесу та прискорює одужання [8, 9]. Підвищення ефективності доставки лікарських засобів відбувається за рахунок збільшення їх концентрації в місці ураження з одночасною мінімізацією токсичної дії на організм [10, 11]. Аналіз літературних джерел вказує на те, що пегілювання є одним з найуспішніших шляхів поліпшення доставки лікарських препаратів [12]. Пегелювання – це процес з'єднання нативної молекули лікарського препарату з поліетилегліколем (ПЕГ).

ПЕГ є біодеградабельним та біосумісним, оскільки не утворює токсичних метаболітів, і є комерційно доступним [13]. Після ковалентного приєднання ПЕГ можуть мати тривалий період напіввиведення, покращену розчинність та покращувати стабільність ліків [14].

Виконуючи головну роль в обміні речовин та зв'язуючи порталне і загальне кола кровообігу, печінка знешкоджує токсичні продукти, які надходять в організм або утворюються в процесі метаболізму [15]. Лікарські препарати, введені в організм, метаболізуються у клітинах печінки. При цьому, може наставати порушення основних функцій та структури гепатоцитів. Про рівень токсичного впливу лікарських препаратів на печінку найбільш вірогідно можна судити за показниками крові, які характеризують функціональний стан і структуру її клітин [16]. Зокрема, печінка є основним органом, де проходить утворення, кон'югація та виведення білірубину. Тому, дослідження вмісту білірубину в крові є важливим показником функціональної здатності клітин печінки. Водночас, рівень активності індикаторних для печінки ензимів у крові свідчить про структурний стан і проникливість мембран гепатоцитів. Аланінамінотрансфераза (АлАТ) та аспартатамінотрансфераза (АсАТ) є

досить чутливими та інформативними показниками ураження печінки [17].

**Мета досліджень.** Дослідити вплив антибіотика енрофлоксацину та нанополімеру ПЕГ-400 окремо та їх комплексу (нанополімер ПЕГ-400+антибіотик енрофлоксацин) на активність ензимів переамінування (АлАТ, АсАТ) і вміст білірубину у сироватці крові щурів.

**Матеріал і методи.** Дослідження проведені на клінічно здорових самцях щурів (лінія Wistar), віком три місяці, масою тіла 180–200 г, яких утримували у стандартних умовах віварію на загальноприйнятому раціоні.

Для вивчення впливу антибіотика енрофлоксацину та його з'єднання з нанополімером ПЕГ-400 (енрофлоксацин+ПЕГ-400; вміст антибіотика = 1,8 %) на активність АлАТ та АсАТ і вміст білірубину у сироватці крові було сформовано чотири групи щурів: контрольна і три дослідні, по 12 тварин в кожній. Контрольній групі щурів внутрішньом'язово вводили фізіологічний розчин об'ємом 0,03 мл, а дослідним групам: першій 0,03 мл антибіотик енрофлоксацин (традиційна форма), другій – 0,03 мл нанополімер ПЕГ-400, третій – 0,03 мл комплекс енрофлоксацин+ПЕГ-400. Об'єм введених препаратів відповідав дозі енрофлоксацину для лікування тварин і становив для всіх груп 0,03 мл на

Зеленіна О. М., Остапів Д. Д., Дронь І. А., Самарик В. Я., Косенко Ю. М., Влізло В. В.

200 г маси щура. Препарати вводили протягом чотирьох діб, щоденно.

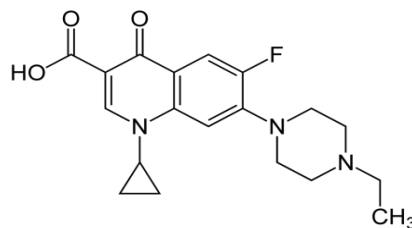
Декапітацію тварин проводили через 7, 14 і 21 доби після введення препаратів. Утримання, годівлю, догляд та усі маніпуляції з тваринами здійснювали згідно з Європейською конвенцією про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986) і «Загальними етичними принципами експериментів на тваринах», ухваленими Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001). Експерименти проводили з дотриманням принципів гуманності, викладених у директиві Європейського Союзу [18].

Для досліджень біохімічних показників відбирали цільну кров у пробірки з активатором згортання крові.

Для оцінювання структури клітин печінки у сироватці крові визначали активність ензимів переамінування

аспартатамінотрансферазу (АсАТ) і аланінамінотрансферазу (АлАТ) та співвідношення АсАТ/АлАТ (коефіцієнт де Рітіса). Функціональний стан печінки утворювати, зв'язувати та виділяти білірубін встановлювали визначенням його загального вмісту в сироватці крові [16]. Дослідження сироватки крові виконували на автоматичному аналізаторі Evolution 3000. Статистичний аналіз результатів проводили з використанням персонального комп'ютера і програмного забезпечення Excel та Origin.

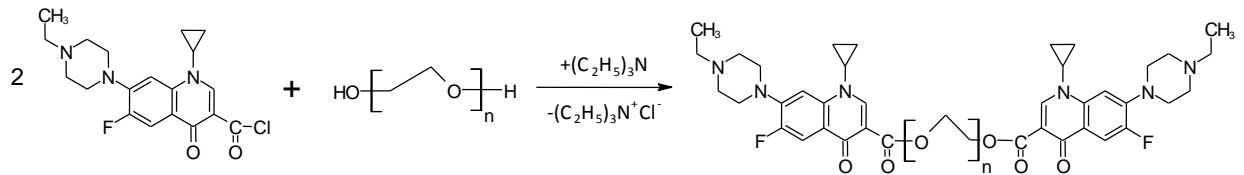
**Результати й обговорення.** На початку наших досліджень було проведено з'єднання антибіотика з нанополімером. Враховуючи те, що антибіотик енрофлоксацин (рис. 1) містить у структурі молекули реакційно здатних карбоксильних груп, то це робить можливим проведення його модифікації з одержанням нових сполук.



**Рис. 1. 1-циклопропіл-6-фтор-7-(4-етил-1-піперазиніл)-1,4-дигідро-4-оксо-3-хінолін-карбонова кислота (енрофлоксацин)**

Комплекс антибіотика енрофлоксацину з нанополімером – ПЕГ-400 одержували за реакцією взаємодії хлорангідриду енрофлоксацину

поліетиленгліколем-400 (рис. 2). За даними високоефективної рідинної хроматографії чистота продукту становила 98–99 %.



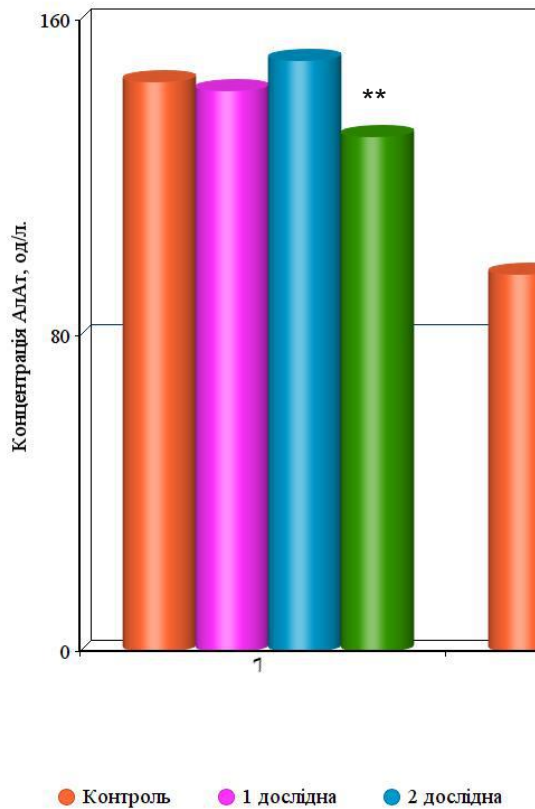
**Рис. 2. З'єднання енрофлоксацину з ПЕГ400 (n=9)**

У результаті такої взаємодії, до кінців поліоксиетиленового гідрофільного ланцюга ПЕГ-400 були приєднані молекули енрофлоксацину, які мають олігофільні властивості. Утворилася біфільна макромолекула, яка здатна в водних розчинах формувати самостабілізовані дисперсії з нанометричними розмірами частинок дисперсної фази. Стабілізація таких частинок в водному середовищі зумовлена утворенням структурномеханічного бар'єру гідратованих поліоксиетиленових ланцюгів навколо ядра, в якому знаходиться антибіотик.

Протягом часу проведення експерименту у всіх досліджуваних тварин не було встановлено змін фізіологічного стану. При цьому, введення речовин не впливало на стан апетиту, а динаміка приростів маси тіла не відрізнялася у щурів різних груп.

Активність індикаторних для печінки ензимів у сироватці крові тварин змінювалась залежно від періодів дослідження. Зокрема, активність АлАТ у крові всіх піддослідних тварин впродовж

досліді поступово знижувалась (рис. 3). Однак, величина активності ензиму залежала від групи тварин і, відповідно, введеної діючої речовини. Так, через 7 діб після початку застосування препаратів у сироватці крові перших двох дослідних груп щурів, яким вводили антибіотик енрофлоксацин у традиційній формі та нанополімер ПЕГ-400, активність АлАТ була на рівні контролю. Водночас, у тварин, які отримували внутрішньом'язово комплекс антибіотика енрофлоксацину з нанополімером ПЕГ-400, активність АлАТ у крові була вірогідно нижчою контрольних та двох інших дослідних груп щурів ( $p < 0,01 - 0,001$ ).

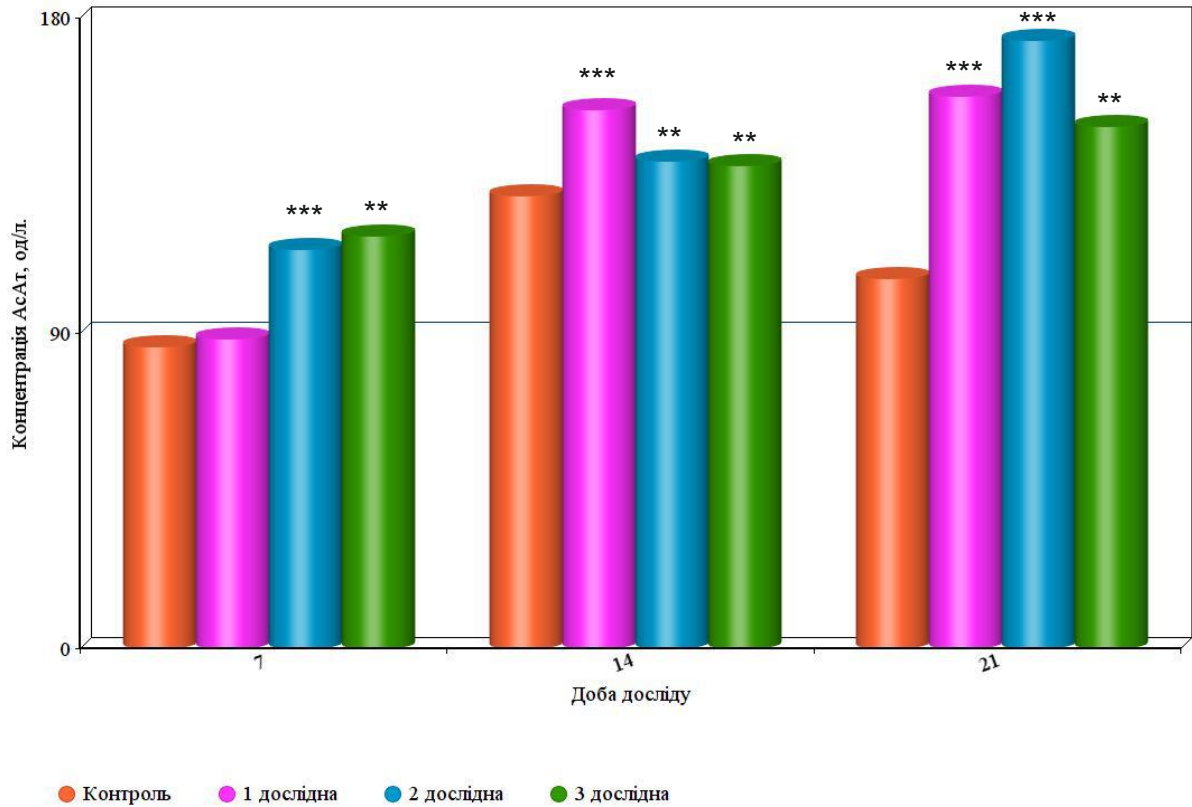


**Рис. 3. Активність АЛП у сироватці крові щурів, од/л**

Примітка. У цьому та наступних рисунках різниця статистично вірогідна порівняно з контрольною групою –\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

На 7 добу експерименту активність АсАТ у сироватці крові першої дослідної групи була на рівні контрольної, а у тварин, які отримували нанополімер ПЕГ-400 та комплекс нанополімеру ПЕГ-400 з антибіотиком енрофлоксацином, показники були вищими (рис. 4). Різниця між контролем та другою і третьою дослідними групами становила 24 % ( $p < 0,001$ ) та 27 % ( $p < 0,001$ ), відповідно. Очевидно, що

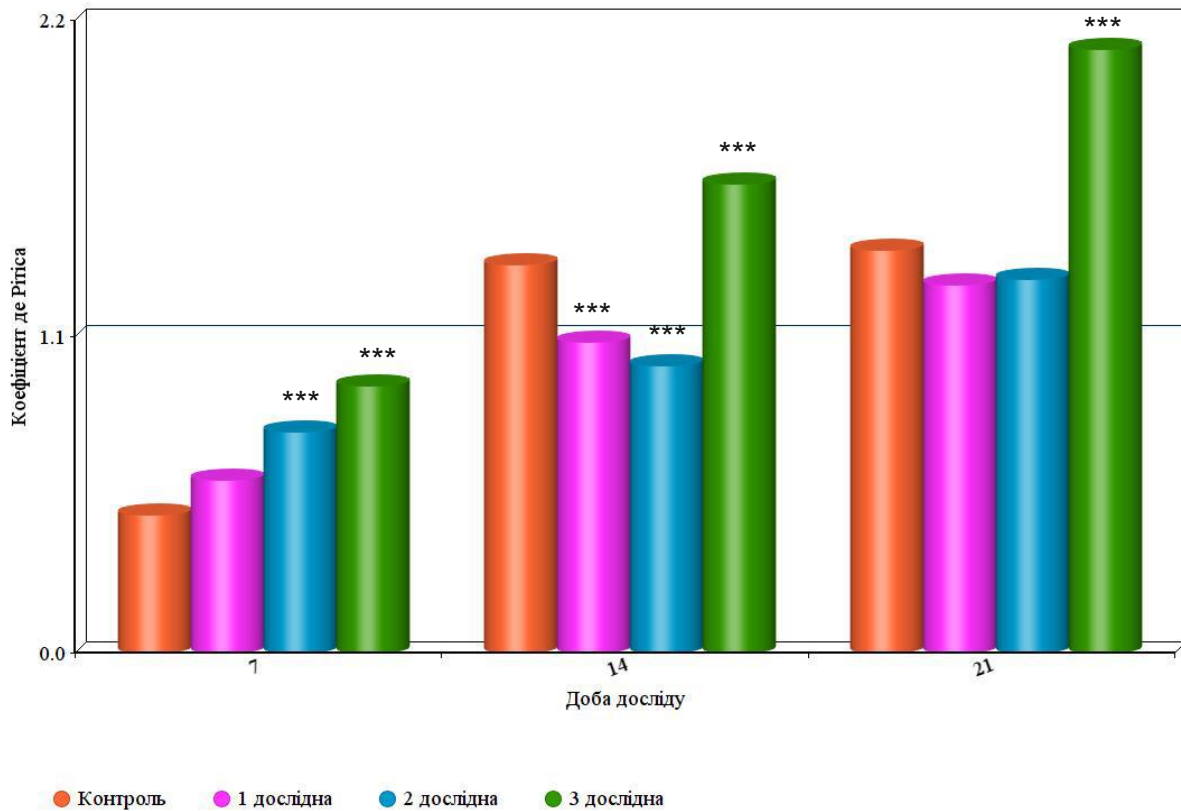
зростання активності АсАТ у сироватці крові щурів, яким вводили ПЕГ-400 і комплекс ПЕГ-400 з енрофлоксацином, може бути пов'язано з активним проникненням даних речовин у клітини і мітохондрії, де даний ензим локалізується. Відповідно, це може проявлятися підвищеним виходом АсАТ через мембрани клітин і надходженням у кров'яне русло.



**Рис. 4. Активність АсАТ у сироватці крові щурів, од/л**

Для виявлення уражень клітин печінки, зокрема медикаментозного походження, звертають увагу на співвідношення АсАТ/АлАТ – коефіцієнт де Рітиса. Його зростання свідчить про активну елімінацію АсАТ із цитоплазми та мітохондрій,

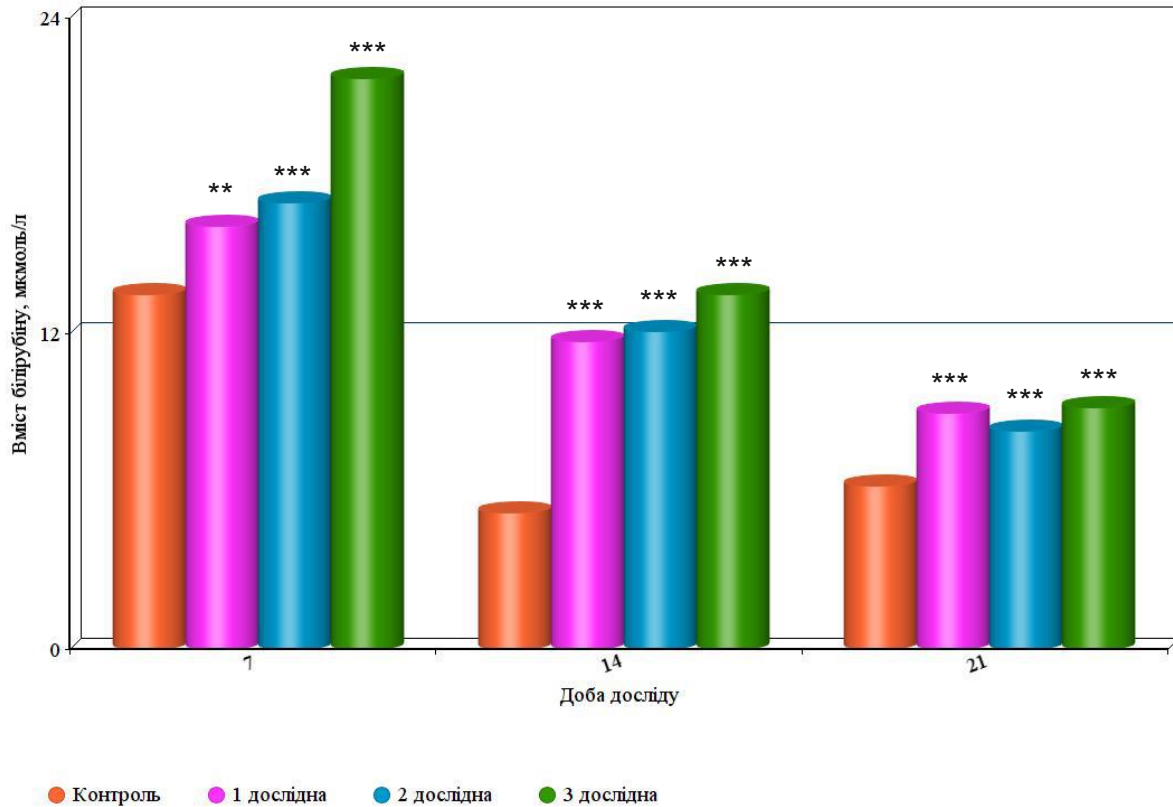
де ензим локалізується, у кров [16]. Коефіцієнт де Рітиса на 7 добу досліджень був вищим у дослідних груп щурів (рис. 5), порівняно з контрольною, зокрема у першій на 20 % ( $p < 0,001$ ), у другій – на 38 % ( $p < 0,001$ ) і третій – на 48 % ( $p < 0,001$ ).



**Рис. 5. Коефіцієнт де Рітиса**

Вміст білірубину в сироватці крові дослідних тварин на 7 добу досліджень був вищим від контрольних (рис. 6). Так, у щурів, які отримували антибіотик енрофлоксацин, вміст загального

білірубину зростав на 16 % ( $p < 0,01$ ), у тих, яким вводили нанополімер ПЕГ-400 – на 21 % ( $p < 0,001$ ), а ПЕГ-400 з енрофлоксацином – на 38 % ( $p < 0,001$ ).



**Рис.6. Вміст білірубину в крові щурів, мкмоль/л**

На 14 добу досліджень, порівняно з 7-добу, активність АЛАТ знизилась у сироватці крові всіх груп щурів, за виключенням першої дослідної (рис. 3). Найнижчими були показники активності у контрольній та третій дослідній групах. Слід відзначити, що у крові тварин, які отримували внутрішньом'язові ін'єкції комплексу антибіотика енрофлоксацину з нанополімером ПЕГ-400, активність АЛАТ відповідала фізіологічним значенням [19].

Водночас активність АсАТ у крові всіх досліджуваних тварин на 14 добу підвищувалась, порівняно з першим дослідженням (рис. 4), але не виходила за межі фізіологічних

коливань [19]. При цьому, максимальна величина активності встановлена за введення традиційної форми енрофлоксацину, дещо нижчі та майже однакові показники були у другій та третій дослідних групах. Рівень активності АсАТ у сироватці крові дослідних щурів був вірогідно вищим ( $p < 0,01-0,001$ ), порівняно з контрольними. Якщо порівнювати активність ензиму у дослідних групах, то можна припустити, що енрофлоксацин у традиційній формі значно повільніше проникає з м'язової тканини (місця введення) у кров'яне русло і метаболізується у тканині печінки, порівняно з нанополімером і комплексом енрофлоксацину та ПЕГ-400.

Зеленіна О. М., Остапів Д. Д., Дронь І. А., Самарик В. Я., Косенко Ю. М., Влізло В. В.

Встановлений факт можна характеризувати як покращення швидкості проникнення і нагромадження у клітинах антибіотика енрофлоксацину, з'єднаного з нанополімером ПЕГ-400 для його транспортування.

Оскільки активність АсАТ зростала, а АлАТ знижувалася, тому коефіцієнт де Рітіса був вищим у всіх досліджуваних групах щурів (рис. 5).

Водночас, на 14 добу досліджень вміст білірубину у крові всіх тварин, які були в експерименті, знижувався, порівняно з початком дослідження (рис. 6). Проте у дослідних групах ще залишався вищим, порівняно до контролю, зокрема у першій на 56 % ( $p < 0,001$ ), у другій на 57 % ( $p < 0,001$ ) та у третій на 62 % ( $p < 0,001$ ).

Через 21 добу після введення досліджуваних речовин активність АлАТ у крові всіх тварин продовжувала знижуватися (рис. 3). У третій дослідній групі, як і у контрольних щурів, рівень активності ензиму у крові був у межах фізіологічних коливань, водночас у тих, які отримували окремо антибіотик енрофлоксацин та ПЕГ-400, активність АлАТ була високою.

Активність АсАТ у крові всіх груп на 21 добу після введення препаратів тваринам була на фізіологічному рівні (рис. 4). При цьому, максимальна величина значення ензиму встановлена за використання ПЕГ-400, дещо нижча за введення окремо антибіотика

енрофлоксацину і менша – комплексу енрофлоксацин+ПЕГ-400. За динамікою активності АлАТ та АсАТ в крові тварин можна зробити висновок, що відновлення структури клітин печінки проходить швидше у щурів, яким вводили комплекс антибіотика енрофлоксацину з нанополімером ПЕГ-400, оскільки величина значення ензимів у третій дослідній групі була найнижчою.

Величина коефіцієнту де Рітіса на 21 добу дослідження зростала у всіх піддослідних тварин. Проте у тварин дослідних груп зростання величини відношення АсАТ/АлАТ були меншими (рис. 5) та становили 16 % – у першій, 23 % – другій і 22 % – третій. Тому, у першій і другій дослідних групах коефіцієнт де Рітіса був нижчим, відповідно, на 9 і 7 %, а у третій – вищим на 33 % ( $p < 0,001$ ), порівняно з контролем.

На 21 добу експерименту вміст білірубину в крові всіх дослідних груп щурів знижувався ( $p < 0,001$ ), порівняно з попереднім дослідженням (рис. 6), у першій на 23 %, у другій на 31 % і у третій на 32 %, однак ще був вищим ( $p < 0,001$ ), порівняно з контрольними.

### Висновки і перспективи.

1. Через 7 днів після внутрішньом'язового введення антибіотика енрофлоксацину, нанополімеру ПЕГ-400 і комплексу енрофлоксацин+ПЕГ-400 щурам у їх сироватці крові встановлено зростання активності

Зеленіна О. М., Остапів Д. Д., Дронь І. А., Самарик В. Я., Косенко Ю. М., Влізло В. В.

амінотрансфераз (АЛАТ, АсАТ), коефіцієнту де Рітіса та вмісту загального білірубіну, що можна розцінювати як порушення структури та функцій печінки.

2. На 14 добу досліджень у крові дослідних груп щурів встановлено найнижчі показники активності АЛАТ і АсАТ у тварин, які отримували комплекс антибіотика енрофлоксацину з нанополімером ПЕГ-400, водночас вміст загального білірубіну знижувався у всіх групах, однак показники ще були вищими від контрольних.

3. Через 21 добу після введення досліджуваних речовин у крові щурів,

#### Список використаних джерел

1. Padiyara P., Inoue H., Sprenger M. Global governance mechanisms to address antimicrobial resistance. *Infectious Diseases: Research and Treatment*. 2018. Т. 11. С. 1178633718767887.

2. World Health Organization et al. Global action plan on antimicrobial resistance. Geneva: World Health Organization; 2015. Google Scholar. 2019.

3. Ardal C. et al. International cooperation to improve access to and sustain effectiveness of antimicrobials. *The Lancet*. 2016. Т. 387. №. 10015. С. 296-307.

4. Shaker M. A., Shaaban M. I. Formulation of carbapenems loaded gold nanoparticles to combat multi-antibiotic bacterial resistance: In vitro antibacterial study. *International Journal of Pharmaceutics*. 2017. Т. 525. №. 1. С. 71-84.

5. Beyth N. et al. Alternative antimicrobial approach: nano-antimicrobial materials. Evidence-based complementary and alternative medicine. 2015. Т. 2015.

6. Варваренко С. М. и др. Флуоресцеїновмісні тераностики на основі псевдополіамінокислот для моніторингу доставки та вивільнення лікарських засобів

які отримували комплекс енрофлоксацин-ПЕГ-400, активність АЛАТ, а також активність АсАТ у всіх дослідних груп тварин, відповідала фізіологічним значенням, вміст білірубіну значно знижувався, порівняно з попередніми дослідженнями, що може свідчити про відновлення структури та функціонального стану клітин печінки.

Планується дослідити вплив комплексу антибіотика енрофлоксацину з нанополімером ПЕГ-400 на функціональний стан та структуру органів і систем організму.

Полімерний журнал. 2015. №. 37, № 2. С. 193-199.

7. Chekh B. O. et al. Antibacterial activity of complex of enrofloxacin with nanopolymer GluLa-DPG-PEG600. *Біологія тварин*. 2017. №. 19, № 4. С. 83-87.

8. Radomska A., Leszczyszyn J., Radomski M. W. The nanopharmacology and nanotoxicology of nanomaterials: new opportunities and challenges. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*. 2016. Т. 25. №. 1. С. 151-162.

9. Luo Y. et al. Targeted nanoparticles for enhanced X-ray radiation killing of multidrug-resistant bacteria. *Nanoscale*. 2013. Т. 5. №. 2. С. 687-694.

10. Cheng C. J. et al. A holistic approach to targeting disease with polymeric nanoparticles. *Nature reviews Drug discovery*. 2015. Т. 14. №. 4. С. 239-247.

11. Chekh B. O. et al. Characteristics of novel polymer based on pseudo-polyamino acids GluLa-DPG-PEG600: binding of albumin, biocompatibility, biodistribution and potential crossing the blood-brain barrier in rats. *The Ukrainian Biochemical Journal*. 2017. №. 89, № 4. С. 13-21.

12. Алексеев К. В. и др. Технология повышения биологической и

Зеленіна О. М., Остапів Д. Д., Дронь І. А., Самарик В. Я., Косенко Ю. М., Влізла В. В.

фармацевтической доступности лекарственных веществ. Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 19. №. 4.

13. Wang J. et al. Poly (Ethylene Glycol)-poly lactide micelles for cancer therapy. *Frontiers in pharmacology*. 2018. Т. 9. С. 202.

14. Дронь І. А. и др. Синтез і дослідження антибактеріальної активності пегільованих енрофлоксацинів. Вісник національного університету “Львівська політехніка”. Серія: Хімія, технологія речовин та їх застосування. 2018. №. 886. С. 47-51.

15. Ветеринарна клінічна біохімія. Підручник. За редакцією В.І. Левченка і В.В. Влізла. Біла Церква, 2019. 450 с.

16. Vlizlo V. V. et al. Laboratory methods of investigation in biology, stock-breeding and veterinary //by VV Vlizlo. Lviv: Spolom (in Ukrainian). 2012.

17. Левченко В. І. и др. Клінічна діагностика хвороб тварин. 2017.

18. Parliament E. DIRECTIVE 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes //Book DIRECTIVE 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes. City. 2010. С. 33-78.

19. Ключинська Т.І., Заліньян Є.С., Вербова Т.В. Створення історичного контролю біохімічних показників сироватки крові щурів Wistar Hannover. Український журнал сучасних проблем токсикології. 2019. 3. С. 24-29

## References

1. Padiyara, P., Inoue, H., & Sprenger, M. (2018). Global governance mechanisms to address antimicrobial resistance. *Infectious Diseases: Research and Treatment*, 11, 1178633718767887.

2. World Health Organization. (2019). Global action plan on antimicrobial resistance. Geneva: World Health Organization; 2015. *Google Scholar*.

3. Ardal, C., Outterson, K., Hoffman, S. J., Ghafur, A., Sharland, M., Ranganathan, N., ... & Daulaire, N. (2016). International cooperation to improve access to and sustain

effectiveness of antimicrobials. *The Lancet*, 387(10015), 296-307.

4. Shaker, M. A., & Shaaban, M. I. (2017). Formulation of carbapenems loaded gold nanoparticles to combat multi-antibiotic bacterial resistance: In vitro antibacterial study. *International Journal of Pharmaceutics*, 525(1), 71-84.

5. Beyth, N., Hourri-Haddad, Y., Domb, A., Khan, W., & Hazan, R. (2015). Alternative antimicrobial approach: nano-antimicrobial materials. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2015.

6. Varvarenko, S. M., Samaryk, V. V., Vlizlo, V. V., Ostapiv, D. D., Nosova, N. G., Tarnavchuk, I. T., ... & Yaremchuk, I. N. (2015). Fluorescein-containing theranostics based on the pseudo-poly (amino acid) s for monitoring of drug delivery and release. *Polymer Journal*, 37(2), 193-199.

7. Chekh, B. O., Dron, I. A., Vynnytska, S. I., Oleksa, V. V., Atamaniuk, I. E., & Vlizlo, V. V. (2017). Antibacterial activity of complex of enrofloxacin with nanopolymer GluLa-DPG-PEG600. *Біологія тварин*, (19, № 4), 83-87.

8. Radomska, A., Leszczyszyn, J., & Radomski, M. W. (2016). The nanopharmacology and nanotoxicology of nanomaterials: new opportunities and challenges. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 25(1), 151-162.

9. Luo, Y., Hossain, M., Wang, C., Qiao, Y., An, J., Ma, L., & Su, M. (2013). Targeted nanoparticles for enhanced X-ray radiation killing of multidrug-resistant bacteria. *Nanoscale*, 5(2), 687-694.

10. Cheng, C. J., Tietjen, G. T., Saucier-Sawyer, J. K., & Saltzman, W. M. (2015). A holistic approach to targeting disease with polymeric nanoparticles. *Nature reviews Drug discovery*, 14(4), 239-247.

11. Chekh, B. O., Ferens, M. V., Ostapiv, D. D., Samaryk, V. Y., Varvarenko, S. M., & Vlizlo, V. V. (2017). Characteristics of novel polymer based on pseudo-polyamino acids GluLa-DPG-PEG600: binding of albumin, biocompatibility, biodistribution and potential crossing the blood-brain barrier in rats. *The Ukrainian Biochemical Journal*, (89, № 4), 13-21.

Зеленина О. М., Остапів Д. Д., Дронь І. А., Самарик В. Я., Косенко Ю. М., Влізло В. В.

12. Alekseev, K. V., Tikhonova, N. V., Blynskaaya, E. V., Kurbusheva, E. Y., Turchinova, K. G., Mikheeva, A. S., ... & Uvarov, N. A. (2012). Technology of increasing the biological and pharmaceutical accessibility of medicinal substances. *Vestn. Nov. Med. Tekhnol*, 19(4), 43-47.

13. Wang, J., Li, S., Han, Y., Guan, J., Chung, S., Wang, C., & Li, D. (2018). Poly (Ethylene Glycol)–polylactide micelles for cancer therapy. *Frontiers in pharmacology*, 9, 202.

14. Dron, I.A., Vynnytska, S. I., Oleksa, V. V., Khomyak, S. V., Ostapiv, D. D. (2018). Synthesis and study of the antibacterial properties of pegylated enrofloxacin. *Visnyk natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika"*. Serie: Khimiia, tekhnolohiia rechovyn ta yikh zastosuvannia. — Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniky, (886), 47-51.

15. Veterinary Clinical Biochemistry: Textbook, Levchenko, V. I. and Vlizlo, V. V., Bila Tserkva, 2019. 450 c

16. Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., & Ratych, I. B. (2012). Laboratory methods of investigation in biology, stock-breeding and veterinary. by VV Vlizlo. *Lviv: Spolom (in Ukrainian)*.

17. Levchenko, V., Vlizlo, V., Kondrakhin, I., Holovakha, V. Morozenko, D., Sakhniuk, V., Slivinska, L., & Bohatko, L. (2017). Clinical diagnostics of animal diseases.

18. Parliament, E. (2010). DIRECTIVE 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes. *Book DIRECTIVE 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes*. City, 33-78.

19. Kliuchynska, T., Zalinian, E., Verbova T. (2019). *CREATION OF HISTORICAL CONTROL OF SERUM BIOCHEMISTRY PARAMETERS OF WISTAR HANNOVER RATS*. State Enterprise "L. I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety", Ministry of Health of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

## **АКТИВНОСТЬ ТРАНСАМИНАЗ И СОДЕРЖАНИЕ БИЛИРУБИНА В КРОВИ КРЫС ПРИ ВВЕДЕНИИ АНТИБИОТИКА ЭНРОФЛОКСАЦИНА, НАНОПОЛИМЕРА ПЭГ-400 И ИХ КОМПЛЕКСА О. М. Зеленина, Д. Д. Остапів, И. А. Дронь, В.Я. Самарик, Ю.М. Косенко, В. В. Влізло**

*Аннотация* Внедрение в производство антибиотиков с целевой доставкой в пораженные ткани и клетки-мишени имеет актуальное значение для повышения эффективности лечения людей и животных. Целью нашей работы было изучить влияние антибиотика энрофлоксацина, нанополимера ПЭГ-400 отдельно и комплекса антибиотика энрофлоксацина с нанополимером ПЭГ-400 на активность энзимов переаминирования (АлАТ, АсАТ) и содержание билирубина в сыворотке крови крыс. Комплекс антибиотика энрофлоксацина с нанополимером - ПЭГ-400 получали по реакции взаимодействия хлорангидрида энрофлоксацина с ПЭГ-400. Исследования проведены на четырех группах крыс: контрольная и три опытных, по 12 животных в каждой. Контрольным крысам внутримышечно вводили физиологический раствор, а опытным группам: первой - антибиотик энрофлоксацин, второй - нанополимер ПЭГ-400, третьей - комплекс энрофлоксацин-ПЭГ-400. Исследования, которые были проведенные через 7 дней после введения препаратов показали, что антибиотик энрофлоксацин отдельно и в комплексе с нанополимером ПЭГ-400 приводят к росту активности аминотрансфераз и содержания общего билирубина в крови

Зеленіна О. М., Остапів Д. Д., Дронь І. А., Самарик В. Я., Косенко Ю. М., Влізло В. В.

*крыс, что может указывать на структурную и функциональную нагрузку на печень. На 14 день исследований в крови опытных групп крыс, которые получали комплекс антибиотика энрофлоксацина с нанополимером ПЭГ-400, установлены самые низкие показатели активности АлАТ и АсАТ, а также снижение содержания общего билирубина. Через 21 день после введения исследуемых веществ в крови крыс, получавших комплекс энрофлоксацин-ПЭГ-400, активность аминотрансфераз отвечала физиологическим значением, а содержание билирубина значительно снижалось, что может свидетельствовать о восстановлении структурного и функционального состояния клеток печени.*

*В перспективе планируется исследовать влияние комплекса антибиотика энрофлоксацина с нанополимером ПЭГ-400 на функциональное состояние и структуру органов и систем организма.*

**Ключевые слова:** крысы, антибиотик энрофлоксацин, нанополимер, АсАТ, АлАТ, билирубин

## **TRANSAMINASES ACTIVITY AND BILIRUBIN LEVEL IN THE BLOOD OF RATS AFTER ADMINISTRATION OF THE ANTIBIOTIC ENROFLOXACIN, NANOPOLYMER PEG-400 AND THEIR COMPLEX**

O.Zelenina, D. Ostapiv, I. Dron, V. Samaryk, Yu. Kosenko, V. Vlizlo

**Abstract.** *The large-scale production of antibiotics able to the targeted drug delivery to the affected tissues and target cells is relevant for ensuring an increase in the effectiveness of the humans and animals treatment. The aim of this study is to evaluate the effect of the antibiotic enrofloxacin applied alone or in combination with the nanopolymer PEG-400 on the activity of the transamination enzymes (ALT, AST) and the concentration of bilirubin in the rats' serum. The complex enrofloxacin-PEG-400 was obtained by the reaction of enrofloxacin chloride with PEG-400. Four groups of 12 rats each were studied; there were three experimental groups and a control one. Control group rats were injected intramuscularly with saline, the first experimental group with the antibiotic enrofloxacin, the second with the nanopolymer PEG-400, the third with the complex enrofloxacin-PEG-400. Seven days after the drug administration, studies showed that the antibiotic enrofloxacin, injected alone and in combination with the nanopolymer PEG-400 increases an aminotransferase activity and the total bilirubin in the rats' blood. This may indicate the structural and functional liver strain. Fourteen days after the experiment, the lowest activity of ALT and AST, as well as a decrease in total bilirubin was founded in the blood of experimental groups of rats treated with the complex of the antibiotic enrofloxacin and the nanopolymer PEG-400. 21 days after the administration of the enrofloxacin-PEG-400 complex in the rats' blood the aminotransferase activity was corresponding to physiological values, and the bilirubin content was significantly reduced. It may prove the restoration of the structure and the functional state of liver cells.*

Зеленіна О. М., Остапів Д. Д., Дронь І. А., Самарик В. Я., Косенко Ю. М., Влізло В. В.

*In the further research it is planned to study the effect of the enrofloxacin – nanopolymer PEG-400 complex on the functional state and the structure of other organs and systems of the body.*

**Keywords:** *rats, antibiotic enrofloxacin, nanopolymer, AST, ALT, bilirubin*

**ВИНОС ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ БУР'ЯНАМИ З ҐРУНТУ  
АГРОФІТОЦЕНОЗУ СОЇ****Д. І. МАРЧЕНКО**, здобувач**О. А. ЦЮК**, доктор сільськогосподарських наук, професор<https://orcid.org/0000-0003-3258-2722>*Національний університет біоресурсів і природокористування України*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.010>

***Анотація.** У статті проаналізовано кількість основних елементів мінерального живлення, винесених бур'янами, що сформувалися в агрофітоценозі сої, залежно від систем землеробства. Застосування поверхневого і полицево-безполицевого обробітку ґрунту, бур'яни виносять елементів живлення більше, ніж за диференційованого обробітку. Винос основних елементів живлення бур'янами з ґрунту залежить і від систем землеробства. За екологічної та біологічної системи землеробства, винос елементів живлення був у 1,2-2,8 рази більшим порівняно із інтенсивною системою землеробства. Виявлені найбільші втрати елементів живлення від шкочинних компонентів агроценозу спостерігаються за використання біологічної (органічної) системи землеробства. Застосування безполицевих обробітків призводить до істотного зниження урожайності сої порівняно з диференційованим та полицево-безполицевим обробітком ґрунту.*

***Ключові слова:** винос, елементи мінерального живлення, бур'яни, обробіток ґрунту, система землеробства*

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Однією із причин зниження врожайності сільськогосподарських культур є шкочинність бур'янів, зумовлена винесенням ними із ґрунту поживних речовин, які необхідні для культурних рослин. Узагальнення дослідних даних показує, що в надземній масі бур'янів міститься від 1,80 до 2,16 % азоту, 0,50–1,19 % фосфору і 2,06–4,67 % калію [5; 6, 9]. За забур'яненості посівів від 100 до 200 рослин на 1 м<sup>2</sup> винос азоту бур'янами в середньому становить

60-140, фосфору 20-30, калію 100-140 кг/га [2, 10].

Переважає більшість є конкурентами культурних рослин за чинники життя, установлено, що між кількістю поживних речовин, що виносяться ними з ґрунту, є зворотна залежність: чим більше поживних речовин виносять бур'яни, тим менше їх припадає на частку культури [3, 7].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Значних витрат бур'яни завдають за систематичного застосування мінеральних добрив. Коефіцієнт використання культурами поживних речовин із добрив у

Марченко Д. І., Цюк О. А.

середньому становить 30-40 %, а бур'яни, споживаючи мінеральні сполуки, різко знижують його [1].

Сегетальні рослини є повноправними компонентами агрофітоценозів. Вони здатні впливати на ріст і розвиток культурних рослин, створюючи їм конкуренцію за основні чинники життя [6, 8, 11].

Винос бур'янами поживних речовин залежить від багатьох чинників, він є надзвичайно важливим критерієм оцінювання агротехнічних факторів. Концептуальна модель інтегрованої системи захисту рослин від бур'янів повинна мати інформацію про показники виносу поживних речовин та їхні зміни залежно від агротехнічних факторів. Це дасть можливість відшукати раціональні шляхи ефективного використання добрив, приймати рішення по запобіганню втрат поживних речовин з ґрунту в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [4, 12].

#### **Мета і завдання досліджень.**

Метою наших досліджень було визначити величину винесення елементів живлення переважаючими бур'янами, що ростуть в агроценозі сої.

**Матеріали і методи дослідження.** Експериментальні дослідження проводили протягом 2017–2019 рр. у стаціонарному досліді кафедри землеробства та гербології у ВП Агрономічна

дослідна станція Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний середньосуглинковий. Вміст гумусу в шарі 0–30 см 4,5 %, рН сольове – 6,9 – 7,3. Мінливість погодних умов у роки досліджень виражена величиною гідротермічного коефіцієнта Селянінова: ГТК 2017 – 0,90; 2018 – 0,92; 2019 – 0,90.

Дослідження проводили у 2-факторному стаціонарному польовому досліді з вивчення – 3-х градацій систем землеробства і 3 –х систем основного обробітку ґрунту. Чергування культур у зерно просапній сівозміні наступне: соя – пшениця озима – соняшник – ячмінь – кукурудза на зерно.

*Інтенсивна (контроль)* – пріоритетне використання промислових добрив для відтворення родючості ґрунту з внесенням на гектар сівозмінної площі 12 т гною та інтенсивним застосуванням мінеральних добрив 300 кг NPK (N<sub>92</sub>P<sub>100</sub>K<sub>108</sub>), інтенсивним використанням пестицидів.

*Екологічна* – пріоритетне застосування для відтворення родючості ґрунту органічних добрив з внесенням на гектар сівозмінної площі 18 т органіки (12 т/га гною і 6 т/га побічної продукції і маси поживних сидератів) і 150 кг діючої речовини мінеральних добрив (N<sub>46</sub>P<sub>49</sub>K<sub>55</sub>), застосуванням пестицидів

Марченко Д. І., Цюк О. А.

за критерієм еколого – економічного порогу наявності шкідливих організмів. *Біологічна (органічна)* – застосування лише природних органічних добрив 17 т/га для відтворення родючості ґрунту без внесення промислових агрохімікатів та пестицидів, але з використанням замість них біологічних засобів захисту посівів від шкідливих організмів.

Градації другого фактора, системи основного обробітку ґрунту:

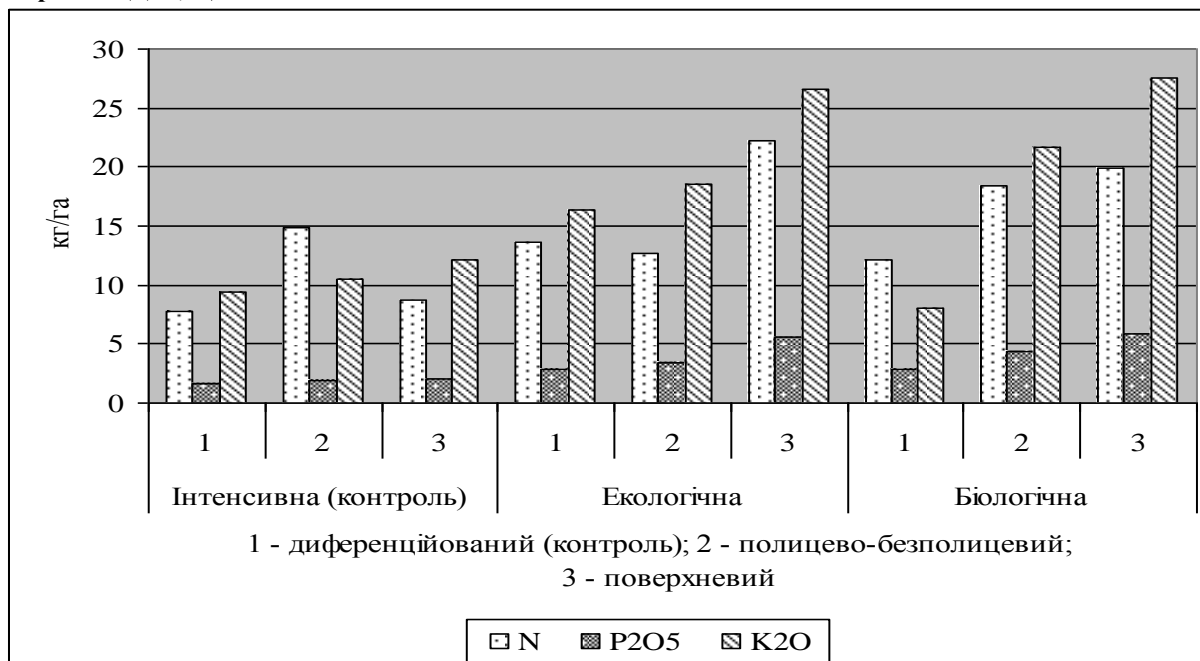
1) *диференційований обробіток (контроль)*, який рекомендований в Лісостепу і передбачає за ротацію сівозміни 3 полицевих обробітка, один поверхневий – під озиму пшеницю і один чизельний обробіток під ячмінь;

2) *полицево-безполицевий*, що складається з ярусної оранки під соняшник, поверхневого дискування під озиму пшеницю та чизельних розпушувань під решту культур;

3) *поверхневий* обробіток дисковими знаряддями під всі культури на глибину 8-10 см.

Облік бур'янів проводили на постійно закріплених площадках розміром 0,5 м \* 0,5 м, урожаю згідно із загально – прийнятими методичними рекомендаціями. Вміст елементів живлення в надземній масі бур'янів та в рослинах сільськогосподарських культур визначали за методами: азот – Гінзбург і Щеглової на приладі БАН-УНДІЗ, фосфор – Мерфі-Райм, калій на полум'яному фотометрі. Суху речовину – ваговим методом, винос основних елементів живлення – розрахунковим.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Винос поживних речовин залежно від способів обробітку, свідчить, що за способів безполицевого обробітку він був значно вищим, ніж після диференційованого обробітку ґрунту (рис. 1).



**1. Винос основних елементів мінерального живлення з ґрунту бур'янами, 2017-2019 рр., кг/га**

Так, за поверхневого обробітку винос азоту бур'янами був вищим, ніж диференційованого обробітку в 1,6, а за полицево-безполицевого обробітку ґрунту – 1,5 раза. Винос бур'янами фосфору за такого обробітку збільшується в 1,9 раза за поверхневого і 1,5 за полицево-безполицевого обробітку ґрунту порівняно з контролем. Винос бур'янами калію збільшується за поверхневого – 3,4, тоді як за полицево-безполицевого – 2,6 раза порівняно з диференційованим обробітком ґрунту.

За тривалого проведення поверхневого і полицево-безполицевого обробітку ґрунту бур'яни виносять більше, ніж за диференційованого, що пояснюється значно більшою масою бур'янів за такого обробітку.

Встановлено, що за щорічної оранки в системі диференційованого обробітку ґрунту в сівозміні бур'яни виносять з ґрунту 2,4-17,6 % елементів живлення від сумарного виносу. На варіантах полицево-безполицевого і поверхневого обробітку винос бур'янами елементів живлення збільшується до 5,0-31,0 % і 6,7 – 59,2 % від сумарного виносу.

Винос основних елементів живлення бур'янами з ґрунту залежить і від систем землеробства. На варіантах екологічної та біологічної систем землеробства, винос елементів живлення був в 1,2-2,8 раза більшим порівняно із інтенсивною системою землеробства. При цьому конкурентна спроможність сої по відношенню до бур'янів за інтенсивної системи землеробства вища порівняно із

Марченко Д. І., Цюк О. А.

біологічною системою. Слід відзначити, що вплив обробітку ґрунту на винос поживних речовин бур'янами був значнішим, ніж вплив систем землеробства.

Дані хімічного складу різних видів бур'янів, які поширені в агрофітоценозі сої показують, що вміст елементів живлення в бур'янах залежить від їх видового складу (табл. 1).

Серед видів бур'янів найбільший вміст азоту відмічено у сухій речовині

### 1. Хімічний склад надземної маси бур'янів, % на суху речовину, 2017-2019 рр.

Види бур'янів	Вміст на суху речовину, %		
	Азот	Фосфор	Калій
Плоскуха звичайна	3,15	0,4	3,9
Лобода біла	3,25	0,68	3,7
Мишій сизий	2,34	0,52	3,2
Щириця звичайна	3,1	0,8	3,6
Гірчак шорсткий	3,18	0,34	1,68
Гірчак берізко видний	2,6	0,30	1,89
Пирій повзучий	2,32	0,32	2,3
Осот рожевий	3,25	0,27	1,96

Лобода біла (*Chenopodium album L.*), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli L.*), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus*) добре реагують на внесення калійних добрив. Вміст калію у сухій речовині даних бур'янів становить 3,7, 3,9, 3,6 % відповідно. Уміст калію у інших видів бур'янів, значно менший (1,68-3,2 %). Уміст фосфору у сухій речовині бур'янів становить (0,27-0,8 %), що значно менше від азоту і калію. На наявність фосфорних добрив добре реагує щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus*), лобода біла

лободи білої (*Chenopodium album L.*), та осота рожевого (*Cirsium arvense L.*) – 3,25 %, гірчака шорсткого (*Polygonum scabrum Moench.*) – 3.18 %, плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli L.*) – 3.15 %. Результати досліджень вказують, що при забезпеченні азотом, дані види бур'янів добре розвиваються і пригнічують інші види бур'янів, сильніше конкурують із соєю (табл. 1).

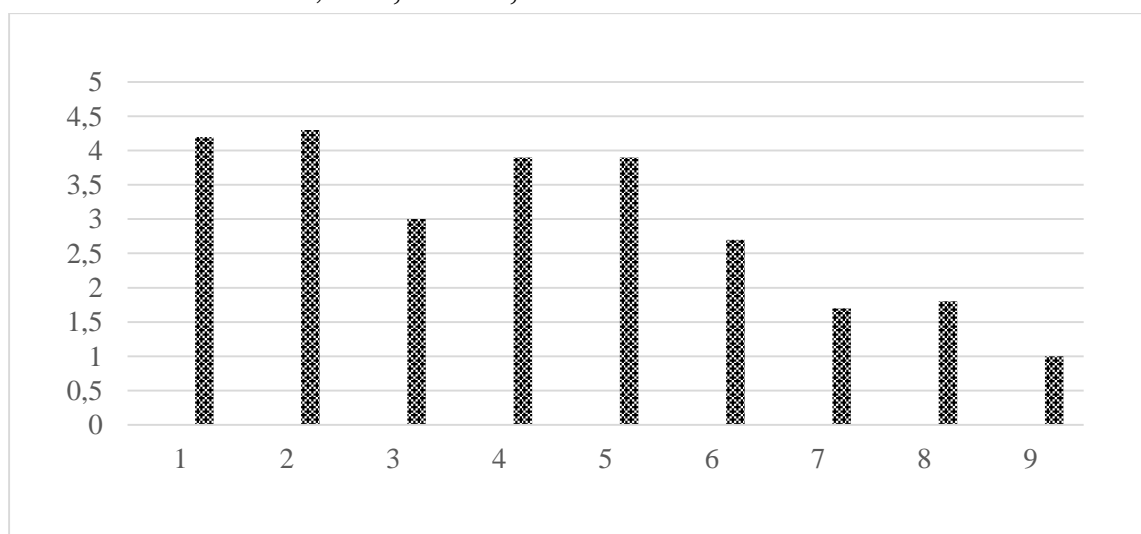
(*Chenopodium album L.*), мишій сизий (*Setaria glauca L.*), вміст фосфору в сухій речовині цих видів найбільший і знаходиться в межах 0,27-0,80 %. Найменший вміст основних елементів живлення у сухій масі мишію сизого (*Setaria glauca L.*), гірчака березко видного (*Polygonum convolvulus L.*), дані бур'яни менш вибагливі до грантових умов і добре розвиваються за будь-якого фону живлення.

Найбільші втрати елементів живлення від шкодочинних компонентів агроценозу спостерігаються за використання

Марченко Д. І., Цюк О. А.

біологічної (органічної) системи землеробства. За такої системи відсутні дієві методи контролю чисельності бур'янів. За нормативними даними витрати елементів живлення на формування 1 т основної та побічної продукції сої становлять: азоту – 71 кг, фосфору – 16 кг та калію 18 кг (рис. 2). Проведені аналізи дозволяють розрахувати недобір урожаю сої, який становить за інтенсивної системи – 0,11-0,59 т/га,

екологічної – 0,22-1,14 т/га, біологічної – 0,23-1,06 т. Порівняно з контролем (інтенсивна система землеробства), у моделях екологічного і біологічного землеробства відмічене істотне зменшення урожайності зерна сої, що сягає 0,3-2,3 т/га. Інтенсивна та екологічна система землеробства призводила до підвищення урожайності зерна сої порівняно із біологічною системою.



## 2. Урожайність сої залежно від систем землеробства, т/га, 2017-2019 рр.

Застосування безполицевих обробітків призводить до істотного зниження урожайності сої порівняно з диференційованим та полицево-безполицевим обробітком ґрунту.

### Висновки і перспективи.

Використання бур'янами поживних речовин залежить від системи землеробства, основного обробітку ґрунту, їхнього видового складу та рівня забур'яненості посівів. За проведення поверхневого і полицево-безполицевого обробітку

виникає загроза збільшення втрат з ґрунту поживних речовин порівняно з диференційованим.

Найбільші втрати елементів живлення від шкочинних компонентів агроценозу спостерігаються за використання біологічної (органічної) системи землеробства.

Наведена інформація про кількість поживних речовин, яку виносять бур'яни, дасть можливість у конкретних умовах приймати

Марченко Д. І., Цюк О. А.

рішення і виносити необхідні корективи у систему землеробства. Контролювання бур'янів дасть можливість підвищити ефективність добрив.

Застосування безполицевих обробітків призводить до істотного

зниження урожайності сої порівняно з диференційованим та полицево-безполицевим обробітком ґрунту. Інтенсивна та екологічна система землеробства призводила до підвищення урожайності зерна сої порівняно із біологічною системою.

### Список використаних джерел

1. Антипова Л. К. Поглинання елементів живлення бур'янами залежно від технологій вирощування люцерни насінневого призначення. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2017. Вип. 1 (93). С. 79-85.

2. Баздырев Г. И. Фитосанитарное состояние почвы в условиях интенсификации земледелия. Известия ТСХА. 1983. Вып. 3. С. 28-39.

3. Іваніна Р. В. Винос та баланс елементів живлення в зернових ланках сівозміни за різних систем удобрення. Наукові доповіді НУБіП України [Електронний ресурс]. 2019. № 6. (82). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2019.06.011/11678>

4. Задорожний В. С., Карасевич В. В., Мовчан І. В., Колодій С. В. Контролювання бур'янів у посівах сої в правобережному Лісостепу України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць. 2014. Вип. 20. С. 25-31.

5. Іващенко О. О. Зелені сусіди. Київ : Фенікс, 2013. 479 с.

6. Никонова Г. Н., Никонов М. В. Винос сорняками элементов питания из почвы в посевах ярового рапса. Земледелие. 2008. № 2. С. 36–37.

7. Сискевич Ю. И., Никонова Г. Н. Винос основных элементов питания из почвы в зависимости от степени засоренности. Агротехнический вестник. 2009. №9. С. 32-34.

8. Подопрігора В. С., Ткаченко А. Л., Фісюнов А. В. Борьба с сорняками при интенсивном земледелии. Киев : Урожай, 1985. 152 с.

9. Танчик С. П., Сальников С. М. Винос элементов живления бур'янами з ґрунту агрофітоценозу буряків цукрових. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 20. С. 105- 110.

10. Mick Assani Bin Lukangila, Response of Weeds and Crops to Fertilization Alone or in Combination with Herbicides: A Review. American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology, 2016. 6: 1-7.

11. Graglia E., Melander B., Jensen R. K. Mechanical and cultural strategies to control *Cirsium arvense* in organic arable cropping systems. Weed Research, 2006. 46. P. 304–312.

12. Юрьева Н. И. Динамика макроэлементов и вынос их сорными растениями. Центральный научный вестник. 2019. Т. 4. № 17-18 (82-83). С. 5-6.

### References

1. Antipova L. K. (2017). Poglinannya elementiv zhivlennya bur'yanami zalezghno vid tehnologij viroshuvannya lyucerni nasinnyevogo pryznachennya. Visnik agrarnoyi nauki Prichornomor'ya, 1 (93). 79-85. (in Ukrainian).

2. Bazdyrev G. I. (1983). Fitosanitarное sostoyanie pochvy v usloviyah intensyfikacii zemledeliya [Phytosanitary condition of soil in conditions of intensification of agriculture]. Izvestiya TSHA. 3. 28-39. (in Russian).

3. Ivanina R. V. Vinos ta balans elementiv zhivlennya v zernovih lankah sivozmini za riznih sistem udobrennya. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrayini [The theory and practice of social development]. 2019, vol. 6 (82). Available at: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2019.06.011/11678> (in Ukrainian).

Марченко Д. І., Цюк О. А.

4. Zadorozhnyj V. S., Karasevich V. V., Movchan I. V., Kolodij S. V. (2014). Kontrolyuvannya bur'yaniv u posivah soyi v pravoberezhnomu Lisostepu Ukrayini. Naukovi praci Institutu bioenergetichnih kultur i cukrovih buryakiv: zb. nauk. Prac, 20, 25-31. (in Ukrainian).

5. Ivashenko O. O. (2013). Zeleni susidi. [Green neighbors]. Kiyv : Feniks, 2013. 479 p. (in Ukrainian).

6. Nikonova G. N., Nikonov M. V. (2008). Vynos sornyakami elementov pitaniya iz pochvy v posevah yarovogo rapsa. Zemledelie. 2, 36–37. (in Russia).

7. Siskevich Yu. I., Nikonova G. N. (2009). Vynos osnovnyh elementov pitaniya iz pochvy v zavisimosti ot stepeni zasorennosti. Agrohimicheskij vestnik. 9, 32-34. (in Russia).

8. Podoprigora V. S., Tkachenko A. L. Fisyunov A. V. (1985). Borba s sornyakami pri intensivnom zemledelii. [Weed control in

intensive farming]. Kiev : Urozhaj, 152 p. (in Ukrainian).

9. Tanchik S. P., Salnikov S. M. (2014). Vinos elementiv zhivlennya bur'yanami z gruntu agroftotsenozu buryakiv tsukrovih. NaukovI pratsI Institutu bioenergetichnih kultur I tsukrovih buryakiv. 20, 105- 110. (in Ukrainian).

10. Mick Assani Bin Lukangila. (2016). Response of Weeds and Crops to Fertilization Alone or in Combination with Herbicides: A Review. *American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology*, vol. 6, pp. 1-7.

11. Graglia E., Melander B., Jensen R. K. (2006). Mecanical and cultural strategies to control *Cirsium arvense* in organic arable cropping systems. *Weed Research*, 2006. vol. 46. pp. 304–312.

12. Yureva N. I. (2019). Dinamika makroelementov i vynos ih sornymi rasteniyami. *Centralnyj nauchnyj vestnik*. T. 4. 17-18 (82-83), 5-6. (in Russia).

## ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ СОРНЯКОВ ИЗ ПОЧВЫ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ СОИ

Д. И. Марченко, А. А. Цюк

*Аннотация.* В статье проанализированы количество основных элементов минерального питания, вынесенных сорняками, сформировавшиеся в агрофитоценозе сои в зависимости от систем земледелия. Применение поверхностной и отвально-безотвальной обработки почвы, сорняки выносят элементов питания больше, чем при дифференцированном возделывания. Вынос основных элементов питания сорняками из почвы зависит и от систем земледелия. По экологической и биологической системам земледелия, вынос элементов питания был в 1,2-2,8 раза больше по сравнению с интенсивной системой земледелия. Обнаруженные наибольшие потери элементов питания от вредоносных компонентов агроценоза наблюдаются при использовании биологической (органической) системы земледелия. Применение безотвальной обработок приводит к существенному снижению урожайности сои по сравнению с дифференцированной и отвально-безотвальной обработки почвы.

*Ключевые слова:* вынос, элементы минерального питания, сорняки, обработка почвы, система земледелия

## REMOVAL OF WEED FOOD ELEMENTS FROM THE SOIL OF AGROPHYTOCENOSES SOY

D. I. Marchenko, A. A. Tsyuk

Марченко Д. І., Цюк О. А.

**Abstract.** *The article analyzes the amount of the main elements of mineral nutrition carried by weeds, formed in the agrophytocenosis of soybeans, depending on the farming systems. The use of surface and moldboard-free tillage of the soil, weeds take out more nutrients than with differentiated cultivation. Removal of the main nutrients from the soil by weeds also depends on farming systems. According to the ecological and biological system of farming, the removal of nutrients was 1,2-2,8 times higher compared to the intensive farming system. The revealed greatest losses of nutrients from harmful components of the agrocenos, are observed when using a biological (organic) farming system. The use of moldboard-free tillage leads to a significant decrease in the yield of soybeans in comparison with the differentiated and dump-moldboard tillage.*

**Key words:** *removal, elements of mineral nutrition, weeds, tillage, farming system*

## НЕДОБІР ВРОЖАЮ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЧЕРЕЗ БУР'ЯНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНТЕНСИВНОСТІ ОСНОВНОГО ЗЯБЛЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

**В. О. ЄЩЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук, професор

*E-mail:* zemlerobstwo@ukr.net

**Г. В. КОВАЛЬ**, кандидат сільськогосподарських наук, викладач

*E-mail:* halinakoval10@gmail.com

**Ю. І. НАКЛЮКА**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

*E-mail:* masson7@ukr.net

**О. Б. КАРНАУХ**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

*E-mail:* O.karnaukh@ukr.net

*Уманський національний університет садівництва*

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.011>

***Анотація.** Вплив бур'янів на продуктивність посівів ячменю ярого вивчався впродовж 2014–2016 рр. у стаціонарному досліді кафедри загального землеробства Уманського національного університету садівництва, схема якого представлена двома способами основного зяблевого обробітку (оранкою і плоскорізним розпушуванням) і трьома глибинами (25–27, 20–22 і 15–17 см). Для порівняння визначалася потенційна та актуальна засміченість посівів ячменю на початок, середину і кінець вегетації культури.*

*На засміченості верхнього 10-сантиметрового шару ґрунту насінням бур'янів позитивно позначилися обидва шляхи інтенсифікації основного обробітку ґрунту. При цьому, на фоні оранки на глибину 15–17, 20–22 і 25–27 см в середньому за три роки насіння бур'янів було відповідно на 14,9; 12,0 і 3,0 % менше, ніж після плоскорізного розпушування. Коли мілка (15–17 см) і середня (20–22 см) оранки замінялись на глибоку (25–27 см), то засміченість шару ґрунту 0–10 см насінням бур'янів знижувалися відповідно на 2,2 і 3,7 %, а за такої ж заміни безпліцевого обробітку – відповідно на 5,4 і 15,5 %. Аналогічно змінювалася під впливом інтенсивного основного обробітку і актуальна (фактична) засміченість посівів ячменю на періоди сходів, середини і кінця його вегетації.*

*Урожайність зерна досліджуваної культури в усі роки була вищою на фоні оранки, а також вищою за більш глибокого обробітку, що пов'язано з меншою засміченістю посівів на цих варіантах і наявністю тісного кореляційного зв'язку врожайності від рівня засміченості посівів ячменю в різні період вегетації.*

***Ключові слова:** оранка, плоскорізне розпушування, глибина обробітку, забур'яненість, урожайність, ячмінь ярий*

**Постановка проблеми.** Ячмінь стійкою культурою до бур'янів через ярий на думку багатьох дослідників є відносно швидкий ріст рослин на

Щенко В. О., Коваль Г. В., Накльока Ю. І., Карнаух О. Б.

початок їх вегетації. При цьому культурні рослини щільно покривають поверхню ґрунту, затінюючи його і цим самим створюють несприятливі умови для проростання насіння бур'янів з верхнього шару ґрунту. Виключенням з цього правила було насіння гірчиці польової (*Sinapis arvensis*) та інших бур'янів, що також характеризуються швидким початковим ростом рослин, а насіння яких здатне до проростання за незначного сонячного освітлення.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Потенційна забур'яненість посівів ячменю ярого як і інших польових культур визначаються інтенсивністю основного обробітку ґрунту, коли з його мінімалізацією зростає частка насіння просовидних [1, с. 6; 2. с. 19] і багаторічних [3, с. 15] бур'янів. З інтенсивністю основного обробітку в тісній залежності знаходиться й фактична забур'яненість цієї ранньої ярої культури [4, с. 23; 5. с. 21; 6. с. 11]. Зумовлюється це і тим, що між цими двома видами забур'яненості посівів цієї та інших культур існує тісний кореляційний зв'язок. Для прикладу, в дослідях В.С. Зузи [7, с. 8] з кукурудзою названий коефіцієнт кореляції був у мережах 0,675; в дослідях А.Г. Гурина та І.М. Чадаєва [8, с. 23] з пшеницею озимою він складав 0,78 і майже таким же ( $r = 0,8$ )

він був згідно публікації Ю.П. Манька [9, с. 14] стосовно більшості культур польової сівозміни.

Ячмінь ярий як і решта польових культур негативно реагує на бур'яни і від них може знижувати на безгербіцидному фоні свою урожайність від 6,6 [5, с. 17] до 35,8 % [10, с. 22]. Але при цьому ніхто із дослідників таке зниження не узгоджував інтенсивністю обробітку ґрунту, що вказує на актуальність наших досліджень в цьому напрямі.

#### **Постановка завдання.**

Експериментальна робота виконувалась в умовах стаціонарного досліду кафедри загального землеробства на дослідному полі Уманського національного університету садівництва впродовж 2014–2016 рр. Ґрунт у межах досліду – чорнозем опідзолений, в орному шарі якого вміст гумусу коливався від 3,2 до 3,5 %. За гранулометричним складом, це важкосуглинковий ґрунт, а за структурністю – добре оструктурений з високим вмістом агрономічно цінних агрегатів. Ячмінь ярий вирощували в п'ятипільній сівозміні після льону олійного з внесенням на 1 га посіву 25 кг нітроамофоски з 16-процентним вмістом азоту, фосфору і калію кожного з названих елементів.

У нашому досліді інтенсифікація чи мінімалізація основного обробітку ґрунту вивчалась з рахунок порівняння

Щенко В. О., Коваль Г. В., Накльока Ю. І., Карнаух О. Б.

між собою полицевого (оранка) і безполицевого (плоскорізного розпушування) способів зяблевого обробітку на різну глибину (15–17, 20–22 і 25–27 см). При цьому способи обробітку представляли фактор А, а глибини – фактор В. Повна схема двохфакторного дослідю представлена у таблицях 1–3.

Погодні умови за даними метеостанції Умань в роки досліджень за температурним режимом і кількістю опадів мали свої особливості. Так, за річної норми опадів 633 мм впродовж 2013–2014, 2014–2015 і 2015–2016 сільськогосподарських років кількість опадів була значно меншою – відповідно 566,8; 527,4 і 505,0 мм. Якщо за березень, квітень, травень і червень багаторічна норма опадів складала відповідно 39, 48, 55 і 87 мм при сумарній кількості 229 мм, то в 2014 році ці величини були рівними відповідно 15,7; 100,0; 125,5; 73,0 і 314,2 мм; в 2015 році – відповідно 54,7; 69,2; 40,3; 114,1 і 278,3 мм, а в 2016 році – 26,9; 31,8; 114,4; 73,7 і 246,8 мм відповідно. А це значить, що за сумарною кількістю опадів за вегетацію ячменю ярого усі роки досліджень позитивно відрізнялись від багаторічної норми і найкращою з цієї позиції була вегетація 2014 року, а найгіршою – вегетація 2016 року, що й відбивалось на рівні продуктивності посівів досліджуваної культури. Що ж

до температурного режиму впродовж вегетації ячменю ярого, то в усі роки середньодобова температура повітря від березня по червень була вищою від норми і особливо таке перевищення стосувалось кінцевого місяця, коли формувалось і наливалось зерно в колосі.

Об'єктом наших досліджень були культура ячменю ярого, основний зяблевий обробіток ґрунту, варіанти якого за схемою двохфакторного дослідю показані в таблицях 1–3, та потенційна і фактична забур'яненість посівів. Для визначення кількості насіння бур'янів в шарі 0–10 см ґрунтові зразки відбирались буром Калентьєва у п'ятикратній повторності на ділянці на час весняного дозрівання ґрунту з наступним промиванням їх водою над ситами з діаметром отворів 0,25 мм. Під час розбору насіння до обліку брались лише фізично здорові екземпляри. Фактичну забур'яненість посівів на початку, в середині та кінці вегетації ячменю ярого визначали кількісним методом шляхом накладання рамки розмірами 50x50 см у 5-кратній повторності на ділянці. Урожайність досліджуваної культури та показники забур'яненості її посівів опрацьовувались статистично з використанням дисперсійного, кореляційного і регресійного аналізів [11, с. 235].

**Виклад основного матеріалу**

Ещенко В. О., Коваль Г. В. Накльока Ю. І. Карнаух О. Б.

**досліджень.** З інтенсивністю обробітку пов'язане вирішення, в основному, двох проблем: поліпшення фізичного стану ґрунтового середовища в межах орного шару і попередження поширення шкідливих організмів у вигляді бур'янів, шкідників і збудників хвороб. Але коли рівноважна щільність ґрунту наближається до оптимальної, а це характерне більшості видозмін чорноземних ґрунтів, то гострою залишається лише друга проблема, а серед неї – боротьба з бур'янами.

Проведені нами аналізи ґрунтових зразків показали, що саме з інтенсифікацією основного обробітку

ґрунту узгоджується очищення верхнього 10-сантиметрового шару ґрунту від насіння бур'янів, адже, як видно з даних таблиці 1, на фоні оранки на різну глибину засміченість ґрунту в шарі 0–10 см в усіх випадках була меншою, ніж на фоні менш енергоємного плоскорізного розпушування. Наприклад, якщо у середньому за три роки досліджень у цьому шарі після плоскорізного розпушування на глибину 15–17, 20–22 і 25–27 см налічувалось відповідно 316, 299 і 267 млн шт/га насінин бур'янів, то після оранки ці показники були меншими відповідно на 14,9; 12,0 і 3,0 %.

### 1. Кореляційна залежність забур'яненості сходів ячменю ярого від засміченості ґрунту в шарі 0–10 см насінням бур'янів на фоні основного обробітку різної інтенсивності

Захід обробітку (фактор А)	Глибина обробітку, см (фактор В)	2014 р.	2015 р.	2016 р.	Середня
Вміст насіння бур'янів у шарі 0–10 см, млн шт/га					
Оранка	15–17	254	259	293	269
	20–22	248	254	288	263
	25–27	242	251	284	259
	Середній	248	255	288	264
Плоскорізне розпушування	15–17	280	314	354	316
	20–22	282	293	321	299
	25–27	270	265	267	267
	Середній	277	291	314	294
Забур'яненість сходів, шт/м <sup>2</sup>					
Оранка	15–17	245	866	1029	713
	20–22	216	752	932	633
	25–27	184	643	805	544
	Середній	215	753	922	630
Плоскорізне розпушування	15–17	295	1053	1203	850
	20–22	238	987	1121	782
	25–27	196	882	1051	710
	Середній	243	974	1126	781
Коефіцієнт кореляції		0,61	0,90	0,68	0,73

Зменшувалась засміченість верхнього шару ґрунту насінням бур'янів і за рахунок другого шляху інтенсифікації основного обробітку ґрунту – збільшення його глибини, коли від заміни мілкої оранки середньою і глибокою засміченість

Аналогічно потенційній змінювалась і фактична забур'яненість сходів ячменю ярого під впливом різної інтенсивності основного обробітку ґрунту. Як свідчить друга частина даних таблиці 1, з використанням інтенсивнішого способу основного обробітку ґрунту на 15–17, 20–22 і 25–27 см кількість вегетуючих бур'янів на сходах ячменю ярого була меншою, ніж за таких же глибин плоскорізного розпушування відповідно на 16,1; 19,1 і 23,4 %, а від заміни глибокої оранки і плоскорізного розпушування середніми і мілкими обробітками обох способів забур'яненість сходів культури знижувалась відповідно на 11,2 і 23,7 та 8,0 і 16,5 %.

Про аналогічність впливу різного за інтенсивністю основного зяблевого обробітку ґрунту під ячмінь ярий на потенційну забур'яненість посівів і фактичну забур'яненість сходів вирощуваної культури свідчать досить високий коефіцієнт кореляції між цими показниками в 2016 і 2015 рр., який лише в 2014 році знижувався за силою

верхнього 10-сантиметрового шару ґрунту насінням бур'янів у середньому за 2014–2016 рр. знижувалась відповідно на 2,2 і 3,7 %, а за такої ж самої заміни безполицевого способу обробітку – відповідно на 5,4 і 15,5 %.

чи тіснотою до середнього.

До середини вегетації через високу конкурентність культурних рослин кількість вегетуючих бур'янів на посівах в усі роки різко зменшувалась, а до кінця вегетації через усихання рослин ячменю забур'яненість посівів у межах дослідів мала тенденцію до підвищення. Що ж до прояву різного за інтенсивністю основного обробітку ґрунту на забур'яненість посівів у ці періоди вегетації ячменю ярого, то він, як видно з даних таблиці 2, мало чим відрізнявся від попереднього визначення.

Знову ж таки і на середину, і на кінець вегетації ячменю ярого забур'яненість посівів за інтенсивніших і глибших способів обробітку була помітно нижчою. Для прикладу, якщо на середину вегетації в середньому за три роки і з врахуванням всіх глибин обробітку забур'яненість посівів за плоскорізного розпушування сягала 289 шт/м<sup>2</sup>, то за оранки бур'янів було на 42 шт/м<sup>2</sup> або на 14,5 % менше, а на кінець вегетації це зменшення

Ещенко В. О., Коваль Г. В. Накльока Ю. І. Карнаух О. Б.

зростало до 86 шт/м<sup>2</sup> або на 19,5 %. Коли ж глибина оранки і плоскорізного розпушування збільшувалась від найменшої до найбільшої величини, то

забур'яненість посівів на середину та кінець вегетації зменшувалась відповідно на 26,0 і 28,7 та 24,3 і 24,9 %.

## 2. Забур'яненість посівів ячменю ярого на середину і кінець вегетації на фоні основного обробітку ґрунту різної інтенсивності, шт/м<sup>2</sup>

Захід обробітку (фактор А)	Глибина обробітку, см (фактор В)	2014 р.	2015 р.	2016 р.	Середня
Середина вегетації					
Оранка	15–17	188	319	336	281
	20–22	159	285	313	252
	25–27	131	224	269	208
	Середня	159	276	306	247
Плоскорізне розпушування	15–17	194	391	439	341
	20–22	170	312	368	283
	25–27	149	242	339	243
	Середня	171	315	382	289
Кінець вегетації					
Оранка	15–17	215	559	434	403
	20–22	182	524	361	356
	25–27	152	396	366	305
	Середня	183	493	387	354
Плоскорізне розпушування	15–17	221	715	578	505
	20–22	197	572	540	436
	25–27	170	456	511	379
	Середня	196	581	543	440

Безумовно така різниця в забур'яненості посівів ячменю на фонах основного обробітку ґрунту різної інтенсивності не могла не проявитись на умовах для формування зернової продуктивності культури. Про це і свідчать дані таблиці 3, згідно з якими щорічно з інтенсифікацією основного обробітку ґрунту під ячмінь його урожайність мала тенденцію до підвищення. Наприклад, в 2014, 2015, 2016 і в середньому за три роки від заміни плоскорізного розпушування з

врахуванням всіх глибин такого обробітку оранкою урожайність зерна зростала відповідно на 8,3; 13,7; 8,5 і 10,3 %, а коли мілкий обробіток за оранки та плоскорізного розпушування замінювали середнім і глибоким, то урожайність ячменю в середньому за три роки підвищувалась відповідно на 8,6 і 18,4 та 9,0 і 15,3 %. При цьому у більшості випадків це підвищення було істотним, про що засвідчують наслідки наведеного в таблиці статистичного аналізу.

### 3. Урожайність ячменю ярого за різних глибин полицевого і плоскорізного обробітку ґрунту, т/га

Захід обробітку (фактор А)	Глибина обробітку, см (фактор В)	2014 р.	2015 р.	2016 р.	Середня
Оранка	15–17	3,92	2,99	2,54	3,15
	20–22	3,98	3,52	2,75	3,42
	25–27	4,12	3,96	3,12	3,73
	Середня	4,01	3,49	2,80	3,43
Плоскорізне розпушування	15–17	3,51	2,71	2,41	2,88
	20–22	3,70	3,11	2,61	3,14
	25–27	3,85	3,38	2,73	3,32
	Середня	3,69	3,07	2,58	3,11
<i>НІР<sub>05</sub> для фактору А</i>		0,08	0,29	0,18	
<i>НІР<sub>05</sub> для фактору В</i>		0,10	0,36	0,22	

Сам же вплив основного обробітку ґрунту на урожайність ячменю ярого проявлявся, як видно з даних кореляційного аналізу (табл. 4), через забур'яненість посівів, адже між названими показниками в усі роки відмічався тісний кореляційний зв'язок. У середньому за вегетацію культури найтіснішим він був у 2015

році ( $r = 0,917$ ), а найслабшим ( $r = 0,776$ ) – в 2014 році. Щодо тісноти зв'язку між урожайністю зерна і ступенем забур'яненості посівів ячменю на певний період вегетації культури, то в середньому за роки досліджень від початку вегетації до середини і кінця вегетаційного періоду ячменю цей зв'язок слабшав.

### 4. Коефіцієнти кореляції і регресії між забур'яненістю посівів у різні періоди вегетації та урожайністю зерна ячменю ярого

Рік	Періоди вегетації			В середньому за вегетацію
	Початок	Середина	Кінець	
Коефіцієнт кореляції, $r$				
15–17	3,92	2,99	2,54	3,15
20–22	3,98	3,52	2,75	3,42
25–27	4,12	3,96	3,12	3,73
Середня	4,01	3,49	2,80	3,43
Коефіцієнт регресії, $R_{yx}$				
15–17	3,51	2,71	2,41	2,88
20–22	3,70	3,11	2,61	3,14
25–27	3,85	3,38	2,73	3,32
Середня	3,69	3,07	2,58	3,11

Єщенко В. О., Коваль Г. В., Накльока Ю. І., Карнаух О. Б.

Але щоб визначити, на скільки знижується урожайність ячменю від збільшення забур'яненості посіву на одну бур'янисту рослину, краще скористатись регресійним аналізом між продуктивністю культури і кількістю бур'янів на середину вегетації. Коефіцієнт регресії при цьому досягається найвищим. Наприклад, якщо в середньому за 2014–2016 рр. з врахуванням забур'яненості сходів ячменю  $R_{yx} = 0,00297$ , то беручи до уваги

забур'яненість посіву перед виколошуванням рослин цей показник був майже в два рази більшим.

**Висновки і пропозиції.** Отже, в досліді урожайність зерна ячменю ярого впродовж 2014–2016 рр. була вищою на фоні оранки, а також за більш глибокого обробітку, що пов'язано з меншою засміченістю посівів у цих варіантах і наявністю тісного кореляційного зв'язку врожайності від рівня засміченості посівів ячменю в різні період вегетації.

### Список використаних джерел

1. Шам І.В. Зміна бур'янового компонента агрофітоценозів ярого ячменю під впливом агротехнічних заходів. *Карантин і захист рослин*. 2009. №5. С.6–7.

2. Власенко Н.Г., Кулачин О.В., Кудашкин П.Н. Эффективность современных гербицидов. *Защита и карантин растений*. 2018. №3. С.18–22.

3. Гармашов В.М., Корнилов И.М., Нужная Н.А. Влияние способов обработки почвы, внесения минеральных удобрений и гербицидов на засоренность посевов и урожайность зерна гороха. *Защита и карантин растений*. 2017. №1. С.14–17.

4. Панченко О.Б., Відтворення родючості чорнозему типового залежно від системи основного обробітку ґрунту і удобрення в зернопросапній сівозміні Правобережного Лісостепу України: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ: НУБіП, 2016. 23с.

5. Івакін О.В. Эффективность систем обробітку ґрунту та гербицидів у польовій сівозміні східної частини Лісостепу України: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2012. 21с.

6. Ворона Л.І., Кочик Г.М., Мисловська О.І. Залежно від обробітку.

*Захист рослин*. 2009. №5. С.11.

7. Зуза В.С. Зв'язок між потенційною і фактичною забур'яненістю та втратами врожаю кукурудзи. *Карантин і захист рослин*. 2015. №7. С.7–9.

8. Гурин А.Г., Чадаев И.М. Влияние бобовых предшественников на засоренность посевов озимой пшеницы. *Земледелие*. 2018. №4. С.22–24.

9. Манько Ю.П. Методика довгострокового розрахункового прогнозу сходів бур'янів. *Карантин і захист рослин*. 2018. №3. С.14–16.

10. Корпіта Г.М. Продуктивність ячменю ярого і картоплі залежно від ступеня забур'яненості в західному Лісостепу: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2018. 22 с.

11. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник: За ред. В.О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332с.

### References

1. Sham I. V. (2009) Zmina bur'ianovoho komponenta ahrofitotsenoziv yaroho yachmeniu pid vplyvom ahrotekhnichnykh zakhodiv. [Change of weed component of agrophytocenoses of spring barley under the

Щенко В. О., Коваль Г. В., Накльока Ю. І., Карнаух О. Б.

influence of agrotechnical measures]. Quarantine and plant protection, 5, 6–7.

2. Vlasenko N.H., Kulachyn O.V., Kudashkyn P.N. (2018) Эффеkтывност' современих гербицидов. [The effectiveness of modern herbicides]. Protection and plant quarantine, 3, 18–22.

3. Harmashov V.M., Kornyllov Y.M., Nuzhnaia N.A. (2017) Vlyyanye sposobov obrabotky pochvy, vnesenyua myneral'nykh udobrenyy u herbytsydov na zasorennost' posevov y urzhaynost' zerna horokha. [The influence of soil cultivation methods, the application of mineral fertilizers and herbicides on the weediness of crops and the yield of pea grain]. Protection and plant quarantine, 1, 14–17.

4. Panchenko O.B. (2016) Vidtvorennia rodiuchosti chornozemu tyпового zalezho vid systemy osnovnoho obrobтку gruntu i udobrennia v zernoprosapnii sivozmini [Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy] Reproduction of fertility of chernozem typical depending on the system of basic tillage and fertilizer in grain sowing crop rotation of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]: Ph.D. Agricultural Sciences: 06.01.01. Kiev: NUBIP of Ukraine, 23 p.

5. Ivakin O.V. (2012) Efektyvnist system obrobтку gruntu ta herbitsydiv u polovii sivozmini skhidnoi chastyny Lisostepu Ukrainy. [Efficiency of tillage systems and herbicides in field crop rotation of the eastern part of the Forest-Steppe of Ukraine]: Ph.D. Agricultural

Sciences: 06.01.01. Dnipropetrovsk, 21 p.

6. Vorona L.I., Kochyk H.M., Myslovska O.I. (2009) Zalezho vid obrobтку. [Depending on the cultivation]. Plant protection, 5, 11.

7. Zuza V.S. (2015) Zviazok mizh potentsiinoiu i faktychnoю zabur'ianenistiu ta vtratamy vrozhaiu kukurudzы. [Relationship between potential and actual weeds and maize yield losses]. Quarantine and plant protection, 7, 7–9.

8. Huryn A.H., Chadaev Y.M. (2018) Vlyyanye bobovykh predshestvennykov na zasorennost' posevov ozymoу pshenytsy. [The effect of legume precursors on the contamination of winter wheat crops]. Agriculture, 4, 22–24.

9. Manko Yu.P. (2018) Metodyka dovhostrokovoho rozrakhunkovoho prohnozu skhodiv bur'ianiv. [Methods of long-term calculated forecast of weed seedlings]. Quarantine and plant protection, 3, 14–16.

10. Korpita H.M. (2018) Produktyvnist yachmeniu yaroho i kartopli zalezho vid stupenia zabur'ianenosti v zakhidnomu Lisostepu [Produktivnost' yachmeniu yaroho i kartopli zalezho vid stupenia zabur'ianenosti v zakhidnomu Lisostepu]: Ph.D. Agricultural Sciences: 06.01.01. Kiev, 22 p.

11. Yeshchenko V.O., Kopytko P.H., Kostohryz P.V., Opryshko V.P. (2014) Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii Fundamentals of scientific research in agronomy: Textbook. Vinnytsia, 332.

## НЕДОБОР УРОЖАЯ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО ЧЕРЕЗ СОРНЯКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ОСНОВНОЙ ЗЯБЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В. О. Ещенко, Г. В. Коваль, Ю. И. Наклёка, А. Б. Карнаух

*Аннотация.* Влияние сорняков на производительность посевов ячменя ярового изучался в течение 2014–2016 гг. В стационарном опыте кафедры общего земледелия Уманского национального университета садоводства, схема которого представлена двумя способами основной зяблевой обработки (вспашкой и плоскорезным рыхлением) и тремя глубинами (25–27, 20–22 и 15–17 см). Для сравнения определялась потенциальная и актуальная засоренность посевов ячменя на начало, середину и конец вегетации культуры.

Щенко В. О., Коваль Г. В., Накльока Ю. І., Карнаух О. Б.

*На засоренности верхнего 10-сантиметрового слоя почвы семенами сорняков положительно сказались оба пути интенсификации основной обработки почвы. При этом на фоне вспашки на глубину 15–17, 20–22 и 25–27 см в среднем за три года семена сорняков было соответственно на 14,9; 12,0 и 3,0% меньше, чем после плоскорезного рыхления. Когда мелкая (15–17 см) и средняя (20–22 см) вспашки заменялись на глубокую (25–27 см), то засоренность слоя почвы 0–10 см семенами сорняков снижались соответственно на 2,2 и 3,7%, а при такой же замене безотвальной – соответственно на 5,4 и 15,5%. Аналогично изменялась под влиянием интенсивности основной обработки и актуальная (фактическая) засоренность посевов ячменя на периоды всходов, середины и конца его вегетации.*

*Урожайность зерна исследуемой культуры во все годы была выше на фоне вспашки, а также выше более глубокой обработки, что связано с меньшей сорностью посевов на этих вариантах и наличием тесной корреляционной связи урожайности от уровня засоренности посевов ячменя в разные периоды вегетации.*

**Ключевые слова:** вспашка, плоскорезное рыхление, глубина обработки, засоренность, урожайность, ячмень

## **WEAK BARLEY CROP FAILURE DUE TO WEEDS DEPNDING ON THE INTENSITY OF THE MAIN TILLAGE OF THE SOIL**

**V. O. Yeshchenko, H. V. Koval, Yu. I. Naklioka, O. B. Karnaukh**

**Abstract.** *The harmfulness of weeds on the productivity of crops of spring barley was studied during 2014–2016. in the stationary experience of the Department of General Agriculture of the Uman National University of Horticulture, the scheme of which is presented in two ways of the main autumn tillage (plowing and plane-cutting loosening) and three depths (25–27, 20–22 and 15–17 cm). For comparison, the potential and actual weediness of barley at the beginning, middle and end of the growing season of the crop was determined.*

*Both pathways of intensification of the main tillage had a positive effect on the contamination of the upper 10-centimeter layer of soil by seeds of weeds. Moreover, against the background of dump plowing to a depth of 15–17, 20–22 and 25–27 cm on average for 2014–2016. the number of weed seeds was respectively 14,9; 12,0 and 3,0 % less than against the background of plane-loosening. When small (15–17 cm) and medium (10–22 cm) plowing was replaced by deep (25–27 cm), the soil layer weediness of 0–10 cm by weed seeds decreased by 2,2 and 3,7 % on average over three years, respectively and for the same replacement of moldless processing – by 5,4 and 15,5 %, respectively. Similarly, under the influence of intensive main processing, the actual (actual) weediness of barley crops during periods of germination, in the middle and at the end of its vegetation also changed.*

*In all years, the grain yield of the studied culture was higher on the background of plowing than on the background of planar loosening, and also higher on the background*

Єщенко В. О., Коваль Г. В. Накльока Ю. І. Карнаух О. Б.

*of deeper cultivations, which is consistent with a lesser weediness of crops on these options and the presence of a close correlation between the yield and the level of weediness of barley crops in different period of its vegetation.*

**Key words:** *plowing, flat-cutting cultivation, processing depths, weediness, productivity, spring barley*

**ФОРМУВАННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО  
АПАРАТУ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗА ВПЛИВУ ЕЛЕМЕНТІВ  
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В ЛІСОСТЕПУ**

**Н. М. АСАНІШВІЛІ**, кандидат сільськогосподарських наук, старший  
науковий співробітник, учений секретар

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

E-mail: nadia-asanishvili@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovid2020.04.012>

**Анотація.** У статті представлено результати досліджень з питань підвищення ефективності фотосинтетичної діяльності посівів кукурудзи в умовах Лісостепу. Метою досліджень було встановлення впливу мінеральних добрив, побічної продукції попередника як добрива, гербіцидів, стимуляторів росту рослин, мікродобрив на формування та функціонування фотосинтетичного апарату рослин кукурудзи. Дослідження проводили впродовж 2016-2019 рр. на темно-сірому опідзоленому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті Лісостепу із застосуванням польового, розрахунково-вагового та математико-статистичного методів. Встановлено особливості динаміки площі листкової поверхні, наростання сухої речовини, чистої продуктивності фотосинтезу, фотосинтетичного потенціалу посіву кукурудзи залежно від факторів інтенсифікації технології вирощування та визначено оптимальні параметри, що забезпечують високу врожайність культури. Виявлено, що агроценози кукурудзи можуть бути ідентифіковані як стабільно високопродуктивні за досягнення таких структурно-функціональних характеристик: площа листкової поверхні на стадіях ВВСН 65 і 75 – 49,98-60,31 і 41,81-47,83 тис. м<sup>2</sup>/га, чиста продуктивність фотосинтезу – 11,28-12,03 г/м<sup>2</sup> за добу, фотосинтетичний потенціал посіву 2718,89-3196,59 тис.м<sup>2</sup>×діб/га. Такі посіви накопичують 21,91-26,43 т/га сухої речовини на стадії ВВСН 75, що реалізується у формуванні урожаю на рівні 10,18-12,10 т/га зерна. Результати досліджень використано для оптимізації технології вирощування кукурудзи в Лісостепу з метою підвищення ефективності використання виробничих і агрокліматичних ресурсів.

**Ключові слова:** кукурудза, листкова поверхня, фотосинтетична продуктивність, агроценоз, врожайність, технологія вирощування

**Актуальність.** Формування посівів та її реалізації в господарській оптимальних за морфоструктурою врожайності. Кукурудза (*Zea mays* L.) агроценозів сільськогосподарських є культурою зі специфічним типом культур – головна передумова фотосинтезу С<sub>4</sub>, що виявляється в забезпечення високої здатності значно ефективніше, ніж фотосинтетичної продуктивності інші сільськогосподарські культури

Асанішвілі Н. М.

використовувати сонячну радіацію на утворення біомаси. Разом з тим, вона характеризується підвищеною потребою до забезпечення теплом та поживними речовинами впродовж вегетації, а в період інтенсивного накопичення вегетативної маси – і вологою. Це обумовлює необхідність організації агроценозів кукурудзи з відповідною морфоструктурою, де б якнайбільш ефективно використовувались агрокліматичні та виробничі ресурси, а культурні рослини були конкурентоздатними до сегетальної рослинності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблемі оптимізації фотосинтетичної діяльності посівів сільськогосподарських культур, у тому числі й кукурудзи, обов'язково приділяють увагу за розроблення або удосконалення технологій вирощування, адже це є науковим підґрунтям застосування того чи іншого технологічного елемента [1, 2]. Так, різні системи удобрення, способи сівби і норми висіву насіння, заходи контролювання забур'янення, препарати стимулювальної дії, антистресанти та інші складові технології суттєво впливають на зміну показників, що характеризують фотосинтетичну діяльність посівів кукурудзи. Зокрема, в умовах півдня України на краплинному зрошенні при збільшенні дози мінеральних добрив і густоти рослин кукурудзи спостерігалось зростання площі листя і фотосинтетичних показників

посівів, проте до певної межі, після чого відбулося їх погіршення [3]. Посилення активності фотосинтезу відмічене при застосуванні антистресових препаратів та вирощуванні культури за системи землеробства No-till порівняно з традиційною технологією [4]. Є відомості щодо збільшення площі листя, фотосинтетичного потенціалу посіву, коефіцієнта використання ФАР та виходу сухої речовини кукурудзи за значного підвищення густоти рослин [5].

Проте з класичних праць відомо, що у надмірно розвинутих посівах з великою площею листової поверхні знижується ефективність використання сонячної енергії за рахунок взаємозатінення [6, 7]. Необхідно створювати такі агроценози, у яких ефективність фотосинтезу буде якнайвищою, що забезпечить максимальне використання біотичних і біотичних факторів довкілля. Тому оптимізація елементів технології вирощування як керованих антропогенних чинників середовища з метою організації оптимальної морфоструктури агроценозу кукурудзи задля підвищення ефективності фотосинтетичної діяльності є важливим напрямом удосконалення систем виробництва продукції рослинництва [8].

**Мета дослідження.** Метою дослідження було встановлення впливу окремих елементів технології

Асанішвілі Н. М.

виращування – мінеральних добрив, побічної продукції попередника як добрива, гербіцидів, стимуляторів росту рослин, мікродобрив, а також їх комплексного застосування на формування та функціонування фотосинтетичного апарату рослин кукурудзи в умовах Лісостепу.

**Матеріали і методи дослідження.** Польові дослідження проводили впродовж 2016-2019 рр. у чотирипільній короткоротаційній сівозміні довготривалого стаціонарного досліді ННЦ «Інститут землеробства НААН», що територіально розміщується у північній частині Лісостепу (сmt. Чабани Києво-Святошинського р-ну Київської обл.). Дослід закладено методом розщеплених ділянок згідно усіх вимог дослідної справи на темно-сірому опідзоленому крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті з дуже низьким рівнем забезпеченості азотом, підвищеним і високим – калієм та фосфором.

У дослідженнях вивчали вплив внесення різних доз мінеральних добрив, використання як добрива побічної продукції попередника (соломи пшениці озимої), ефективності міжрядних рихлень, застосування ґрунтового та страхового гербіцидів, стимуляторів росту рослин і мікродобрив на формування та функціонування листкового апарату рослин кукурудзи гібриду Гідний (ФАО 280). Схему досліді наведено у табл. 1.

Хімічний метод догляду за посівами включав внесення після сівби кукурудзи ґрунтового гербіциду Примекстра Голд 720 (2,5 л/га). Метод комплексний II передбачав, крім внесення ґрунтового гербіциду, додаткові оброблення насіння стимулятором росту рослин (Регоплант – 250 мл/т) та обприскування посівів баковою сумішшю: біостимулятор Стимпо (25 мл/га) + мікродобрива Фолік Макро (2,0 л/га) і Фолік Zn (0,5 л/га) + страховий гербіцид Майстер Пауер (1,25 л/га). Мікродобриво Фолік Zn містить цинк (20%) та азот (8%), Фолік Макро – 22 % азоту, 22 % фосфору, 17 % калію, від 0,001 до 0,14 % – бор, мідь, залізо, марганець, молібден, цинк. Усі препарати та добрива, що використовували у дослідженнях, занесені до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні.

У досліді висівали середньоранній гібрид кукурудзи Гідний, що з 2016 р. занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні.

Погодні умови вегетаційного періоду кукурудзи впродовж років проведення досліджень відзначались перевищенням на 6-20 % понад норму середньодобових температур повітря за випадання лише 47-73 % опадів від середньобогаторічної норми з нерівномірністю їх розподілу за місяцями та декадами, що

Асанішвілі Н. М.

відповідним чином вплинуло на рівень врожайності культури. Найсприятливішими виявилися погодні умови вегетаційного періоду 2018 і, меншою мірою, 2019 рр., задовільними – 2017 і 2016 рр.

Для досягнення поставленої мети застосовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень: польовий – для вивчення взаємозв'язку об'єкта з біотичними та абіотичними факторами; розрахунковий – для визначення площі листкової поверхні шляхом множення найбільшої ширини листка на його довжину і на коефіцієнт 0,75, фотосинтетичного потенціалу посіву як суми площ листків за певний проміжок часу, чистої продуктивності фотосинтезу (за О.О. Ничипоровичем); розрахунково-ваговий – для визначення вегетативної маси рослин і посіву кукурудзи. Масу абсолютно сухої речовини визначали термостатно-ваговим методом; врожайність кукурудзи – ваговим методом, поділяючи, з урахуванням засміченості й вологості. Математико-статистичні методи застосовували для встановлення достовірності отриманих даних.

**Результати дослідження та їх обговорення.** У середньому за 2016-2019 рр. під впливом технологій різного рівня інтенсивності формувались агроценози кукурудзи з різними біометричними параметрами, величина яких визначалась реакцією

культури на зміну умов вирощування. Зокрема, площа листкової поверхні кукурудзи змінювалась в широкому діапазоні залежно від удобрення та методу догляду за посівами, а також за стадіями розвитку рослин (табл. 1).

Висока мінливість площі листя за варіантами удобрення свідчить про суттєвість впливу цього фактора у формуванні асиміляційної поверхні посівів та підтверджується результатами статистичного аналізу ( $V=24,6-31,0$  %). Агроценози з найбільшою площею листкової поверхні (49,98-60,31 тис.м<sup>2</sup>/га на стадії ВВСН 65) формувались за внесення розрахованої на заплановану врожайність 10 т/га дози мінеральних добрив  $N_{240}P_{120}K_{240}$  на фоні побічної продукції попередника, а найменшою – на природному фоні родючості без добрив та за використання соломи пшениці озимої як добрива.

Серед методів догляду за посівами кукурудзи за їх впливом на показник площі асиміляційної поверхні агроценозу кращим був комплексний II, що у середньому за усіх варіантів удобрення сприяв формуванню на 11,3-15,0 % більшої площі листя у період ВВСН 19-75. Його перевага обумовлювалося як створенням безконкурентного середовища для культурних рослин впродовж усього вегетаційного періоду за рахунок внесення ґрунтового і страхового гербіцидів, так і включенням до технології

Асанішвілі Н. М.

виращування стимуляторів росту посівів, а також позакореневого рослин з різними регламентами підживлення мікродобривами «по застосування – для обробки насіння і листу».

### 1. Динаміка площі листкової поверхні посівів кукурудзи залежно від елементів технології виращування (середнє 2016-2019 рр.), тис.м<sup>2</sup>/га

Варіант удобрення	Метод догляду за посівами							
	хімічний				комплексний П			
	ВВСН 15	ВВСН 19	ВВСН 65	ВВСН 75	ВВСН 15	ВВСН 19	ВВСН 65	ВВСН 75
Без добрив (контроль)	2,06	11,24	23,81	17,84	2,08	12,56	25,55	18,89
Побічна продукція попередника (фон)	2,00	12,42	26,55	20,01	2,04	14,09	30,22	21,93
N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub> *	2,55	17,33	34,13	27,67	2,58	19,80	40,97	31,61
Фон + N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub>	2,44	17,73	34,35	27,83	2,54	20,49	41,14	31,43
Фон + N <sub>120</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub> **	3,33	20,24	39,59	32,04	3,42	22,74	45,82	35,93
Фон + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	3,47	21,64	41,18	34,13	3,58	24,25	48,95	38,96
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>180</sub>	3,94	24,86	46,46	38,41	4,05	27,84	55,26	43,64
Фон + N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>240</sub> (на 10 т/га)	4,49	28,81	49,98	41,81	4,66	33,07	60,31	47,83
Середнє	3,04	19,28	37,01	29,97	3,12	21,86	43,53	33,78
Sx	0,3	2,1	3,2	3,0	0,3	2,4	4,2	3,5
V, %	30,1	30,8	24,6	27,9	30,7	31,0	27,0	29,6
S	0,9	5,9	9,1	8,4	1,0	6,8	11,8	10,0

Примітка. \* – до 2016 року доза добрив становила N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub>; \*\* – упродовж 2011-2015 рр. доза добрив становила N<sub>240</sub>P<sub>120</sub>K<sub>240</sub>.

За стадіями розвитку рослин кукурудзи динаміка площі листової поверхні за усіх варіантів удобрення та методів догляду за посівами характеризувалась стрімким наростанням до стадії ВВСН 65, а потім зниженням у зв'язку з відмиранням листків нижніх ярусів на рослинах та відтоком пластичних речовин на формування господарської частини врожаю.

Результатом роботи фотосинтетичного апарату рослин є утворення у процесі фотосинтезу сухої речовини посіву. Протягом років проведення досліджень

закономірності накопичення сухої речовини були подібними залежностям динаміки площі асиміляційної поверхні посіву. Найбільше сухої речовини накопичували посіви кукурудзи на стадії розвитку ВВСН 75 – від 7,10 до 26,43 т/га залежно від удобрення та методу догляду за посівами (табл. 2).

Впродовж вегетації накопичення сухої речовини посівами відбувалось за висхідним трендом. Так, посіви ювенільних рослин на стадії ВВСН 15 накопичували у середньому за усіх варіантів удобрення 0,14-0,15 т/га сухої біомаси, на стадії ВВСН 19 –

Асанішвілі Н. М.

1,96-2,29 т/га, ВВСН 65 – 6,70-8,19 т/га і максимуму значень досягали на стадії ВВСН 75 – 14,43-17,37 т/га. На початкових етапах росту і розвитку різниця між методами догляду за посівами у показниках нагромадження сухої речовини визначалась впливом лише передпосівного оброблення насіння стимулятором росту рослин, що виявлялось у незначному підвищенні польової схожості та, відповідно, щільності рослин в агроценозі. Натомість після проведення

оброблення посівів баковою сумішшю у складі страховий гербіцид + стимулятор росту рослин + мікродобрива, як було передбачено схемою досліду, вже на стадії ВВСН 19 було зафіксовано суттєве збільшення кількості сухої речовини за комплексного II методу порівняно з хімічним – у середньому за усіх варіантів удобрення на 16,8 %. На стадії ВВСН 65 ця різниця сягала 22,2 % з певним зниженням до 20,4 % на стадії ВВСН 75.

## 2. Динаміка накопичення сухої речовини посівами кукурудзи залежно від елементів технології вирощування (середнє за 2016-2019 рр.), т/га

Варіант удобрення	Метод догляду за посівами							
	хімічний				комплексний II			
	ВВСН 15	ВВСН 19	ВВСН 65	ВВСН 75	ВВСН 15	ВВСН 19	ВВСН 65	ВВСН 75
Без добрив (контроль)	0,07	1,24	3,54	7,10	0,07	1,27	3,87	8,11
Побічна продукція попередника (фон)	0,08	1,34	3,95	8,09	0,08	1,58	4,57	9,21
N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub> *	0,12	1,67	5,84	13,42	0,12	1,93	6,83	16,16
Фон + N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub>	0,12	1,73	5,87	12,83	0,13	1,97	7,31	15,64
Фон + N <sub>120</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub> **	0,16	1,97	6,99	14,91	0,17	2,30	8,29	18,26
Фон + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	0,17	2,43	7,67	17,24	0,18	2,81	9,41	20,81
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>180</sub>	0,21	2,60	9,11	19,97	0,22	3,01	11,68	24,32
Фон + N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>240</sub> (на 10 т/га)	0,19	2,71	10,59	21,91	0,19	3,43	13,56	26,43
Середнє	0,14	1,96	6,70	14,43	0,15	2,29	8,19	17,37
S <sub>x</sub>	0,02	0,20	0,86	1,85	0,02	0,26	1,17	2,31
V, %	36,2	28,8	36,1	36,3	37,0	32,5	40,5	37,7
S	0,1	0,6	2,4	5,2	0,1	0,7	3,3	6,5

Примітка. \* – до 2016 року доза добрив становила N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub>; \*\* – впродовж 2011-2015 рр. доза добрив становила N<sub>240</sub>P<sub>120</sub>K<sub>240</sub>.

Мінливість показників маси сухої речовини залежно від удобрення за методами догляду за посівами та стадіями розвитку була високою, що підтверджується

значеннями коефіцієнта варіації V = 28,8-40,5 %, причому його рівень був вищим за комплексного II методу догляду за посівами.

Асанішвілі Н. М.

Ефективність роботи асиміляційного апарату визначається, у першу чергу, показником чистої продуктивності фотосинтезу, що показує кількість створеної 1 м<sup>2</sup> листкової поверхні посіву сухої речовини за добу, а також фотосинтетичним потенціалом посіву – сукупністю листя, яка знаходилась у функціональному стані і працювала впродовж певного часу на синтезування сухої речовини. У табл. 3 представлено показники чистої продуктивності фотосинтезу і фотосинтетичного потенціалу посіву,

які визначали за міжстадійний період ВВСН 09-75, що впродовж 2016-2019 рр. тривав від 89 до 95 діб залежно від року вирощування.

Відомо, що для одержання 10 т/га зерна кукурудзи необхідно сформувати посіви, що забезпечуватимуть фотосинтетичний потенціал не менше 3,2 млн м<sup>2</sup>×діб/га впродовж 100 діб вегетації. Щодо чистої продуктивності фотосинтезу, то в кукурудзи цей показник значно вищий, ніж у інших культур з типом фотосинтезу С<sub>3</sub>, де він складає у середньому 4-6 г/м<sup>2</sup> за добу [1, 7].

### 3. Фотосинтетична діяльність посівів та врожайність кукурудзи залежно від елементів технології вирощування (середнє за 2016-2019 рр.)

Варіант удобрєння	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м <sup>2</sup> за добу		Фотосинтетичний потенціал посіву, тис.м <sup>2</sup> ×діб/га		Врожайність, т/га	
	Метод догляду за посівами					
	хімічний	комплек- сний II	хімічний	комплек- сний II	хімічний	комплек- сний II
Без добрив (контроль)	8,54	9,22	1208,55	1305,73	3,63	4,03
Побічна продукція попередника (фон)	8,65	8,97	1338,86	1510,48	4,13	4,54
N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub> *	10,43	10,97	1777,58	2080,87	6,51	7,64
Фон + N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub>	9,92	10,68	1797,69	2102,17	6,37	7,42
Фон + N <sub>120</sub> P <sub>45</sub> K <sub>60</sub> **	9,99	10,97	2071,45	2355,63	7,34	8,76
Фон + N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	10,85	11,54	2178,12	2520,32	8,26	9,73
Фон + N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>180</sub>	11,19	12,03	2473,59	2859,27	9,63	11,21
Фон+N <sub>240</sub> P <sub>120</sub> K <sub>240</sub> (на 10 т/га)	11,28	11,91	2718,89	3196,59	10,18	12,10
Середнє	10,11	10,79	1945,59	2241,38	7,01	8,18
S <sub>x</sub>	0,4	0,4	184,6	225,2	0,6	0,7
V, %	10,5	10,6	26,8	28,4	29,1	30,7
S	1,1	1,1	522,1	636,9	2,00	2,46
НІР <sub>05</sub>					0,34	

Примітка. \* – до 2016 року доза добрив становила N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub>; \*\* – впродовж 2011-2015 рр. доза добрив становила N<sub>240</sub>P<sub>120</sub>K<sub>240</sub>.

У наших дослідженнях посіви кукурудзи за міжстадійний період

ВВСН 09-75 синтезували 8,54-12,03 г/м<sup>2</sup> сухої речовини за добу при

Асанішвілі Н. М.

середньому рівні варіювання цього показника залежно від удобрення ( $V = 10,5-10,6$  %), причому за комплексного II методу догляду за посівами чиста продуктивність фотосинтезу була у середньому на 6,7 % більшою.

Фотосинтетичний потенціал посіву змінювався значно більше за високого рівня варіювання, що підтверджують результати статистичного аналізу ( $V = 26,8-28,4$  %). Залежно від удобрення і методу догляду за посівами цей показник зростав від 1208,55 у контрольному варіанті та внесення ґрунтового гербіциду до 3196,59 тис.м<sup>2</sup>×діб/га – за розрахункової дози  $N_{240}P_{120}K_{24}$  на фоні побічної продукції попередника та комплексного застосування ґрунтового і страхового гербіцидів, стимуляторів росту рослин і мікродобрив. У перерахунку на 100 днів вегетації у кращих варіантах досліджу, де отримано урожайність вище 10,0 т/га зерна кукурудзи фотосинтетичний потенціал посіву склав 2923,54-3437,19 тис.м<sup>2</sup>×діб/га.

За результатами кореляційного аналізу виявлено тісні прямі взаємозв'язки між урожайністю і площею асиміляційної поверхні посіву ( $r = 0,964-0,999$ ), чистою продуктивністю фотосинтезу ( $r = 0,967-0,970$ ) та фотосинтетичним потенціалом посіву ( $r = 0,996$ ), що підтверджує визначальну роль формування оптимальних за біометричними параметрами

агроценозів у реалізації потенціалу продуктивності кукурудзи.

Врожайність кукурудзи у середньому за 2016-2019 рр. залежала від факторів інтенсифікації технології вирощування та становила 3,63-12,10 т/га зерна. За комплексного II методу догляду за посівами приріст врожаю порівняно до хімічного методу становив у середньому за усіх варіантів удобрення 16,7 %, що свідчить про ефективність додаткового застосування страхового гербіциду, стимуляторів росту рослин і мікродобрив.

Кукурудза як високоінтенсивна культура виявляла високу позитивну реакцію на підвищення агрохімічного фону в технології вирощування. Використання як добрива побічної продукції попередника сприяло підвищенню врожайності на 12,65-13,77 %. Варіанти досліджу з післядією внесення вищих доз мінеральних добрив вимагають подальшого вивчення у часі для встановлення періоду стабілізації рівня врожайності кукурудзи, особливо це стосується технології з удобренням фон +  $N_{120}P_{45}K_{60}$ , де впродовж 2011-2015 рр. доза добрив становила  $N_{240}P_{120}K_{240}$ .

За внесення обмеженої дози мінеральних добрив  $N_{60}P_{45}K_{60}$  та побічної продукції попередника врожайність становила 6,37-7,42 т/га залежно від методу догляду за посівами, а оптимальна доза  $N_{120}P_{90}K_{120}$  сприяла підвищенню

Асанішвілі Н. М.

продуктивності культури на 29,67-31,13 % до 8,26-9,73 т/га. Зростання агрохімічного навантаження технології вирощування до  $N_{180}P_{120}K_{180}$  на фоні використання побічної продукції попередника як добрива забезпечило збільшення врожаю зерна кукурудзи на 15,2-16,58 % до рівня 9,63-11,21 т/га.

За внесення розрахованої балансовим методом на отримання 10 т/га зерна дози мінеральних добрив  $N_{240}P_{120}K_{240}$  сумісно з подрібненою соломою пшениці озимої врожайність кукурудзи в усі роки проведення досліджень перевищувала заплановану і в середньому за 2016-2019 рр. становила 10,18-12,10 т/га залежно від методу догляду за посівами, хоча прирости врожаю порівняно з дозою  $N_{180}P_{120}K_{180}$  складала лише 5,7-7,9 %.

Отже, формування посівів з відповідними біометричними параметрами забезпечує високу реалізацію потенціалу продуктивності кукурудзи в технологіях вирощування різної інтенсивності.

### **Висновки і перспективи.**

Встановлено, що елементи технології вирощування, зокрема, різні дози мінеральних добрив та побічна продукція попередника, гербіциди, стимулятори росту рослин,

мікродобрива позитивно впливають на процеси формування та функціонування агроценозів кукурудзи, сприяючи збільшенню площі листової поверхні посіву, накопиченню сухої речовини, посиленню інтенсивності фотосинтетичної діяльності, що виявляється у зростанні чистої продуктивності фотосинтезу, фотосинтетичного потенціалу посіву та врожайності культури.

Агроценози кукурудзи можуть бути ідентифіковані як стабільно високопродуктивні за досягнення таких структурно-функціональних характеристик: площа листової поверхні на стадіях ВВСН 65 і 75 – 49,98-60,31 і 41,81-47,83 тис. м<sup>2</sup>/га, чиста продуктивність фотосинтезу – 11,28-12,03 г/м<sup>2</sup> за добу, фотосинтетичний потенціал посіву 2718,89-3196,59 тис.м<sup>2</sup>×діб/га. Такі посіви накопичують 21,91-26,43 т/га сухої речовини на стадії ВВСН 75, що реалізується у формуванні урожайності на рівні 10,18-12,10 т/га зерна.

Результати досліджень використано для оптимізації технології вирощування кукурудзи в Лісостепу з метою підвищення ефективності використання виробничих і агрокліматичних ресурсів.

### **Список літератури**

1. Наукові основи ведення зернового господарства / В. Ф. Сайко, М. Г. Лобас, І. В.

Яшовський та ін.; За ред. В. Ф. Сайка. Київ: Урожай, 1994. 336 с.

2. Шпаар Д., Гінапп К., Дрегер Д. та ін. Кукуруза: выращивание, уборка, хранение и

Асанішвілі Н. М.

использование Киев: Издательский дом «Зерно», 2012. 464 с.

3. Лавриненко Ю. О., Рубан В. Б. Динаміка листової поверхні рослин кукурудзи та фотосинтетичні показники посіву при краплинному способі поливу в умовах півдня України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2014. Вип. 4. С. 122-128.

4. Томашук О. В., Каменщук Б. Д. Фотосинтетична продуктивність посівів кукурудзи під впливом різних систем землеробства в умовах Лісостепу правобережного. Таврійський науковий вісник. 2018. № 100. Т. 2. С. 91-97.

5. Князюк О. В., Липовий В. Г. Фізіолого-біологічні особливості формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. Агробіологія. 2016. № 1. С. 47-53.

6. Ничипорович А. А. Теория фотосинтетической продуктивности растений. Физиология растений. 1977. №8. С. 38-44.

7. Володарский Н. И. Биологические основы возделывания кукурузы. Москва: Агропромиздат, 1986. 189 с.

8. Наукові основи ефективності використання виробничих ресурсів у різних моделях технологій вирощування зернових культур: монографія / В. Ф. Камінський, В. Ф. Сайко, М. В. Душко, Н. М. Асанішвілі та ін. Київ: Видавничий дім «Вініченко», 2017. 580 с.

## References

1. Saiko, V. F., Lobas, M. H., Yashovskyi I. V. (1994). Naukovi osnovy vedennia zernovoho hospodarstva. Kyiv: Urozhai, 336.

2. Shpaar, D., Hinapp, K., Dreher, D. (2012). Kukuruz: vyiraschivanie, uborka, hranenie i ispolzovanie. Kiev: Izdatelskiy dom «Zerno», 464.

3. Lavrynenko, Yu. O., Ruban, V. B. (2014). Dynamika lystovoi poverkhni rosllyn kukurudzy ta fotosyntetychni pokaznyky posivu pry kraplynnomu sposobi polyvu v umovakh pivdnia Ukrainy. Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia, 4, 122-128.

4. Tomashuk, O. V., Kamenshchuk, B. D. (2018). Fotosyntetychna produktyvnist posiviv kukurudzy pid vplyvom riznykh system zemlerobstva v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho. Tavriiskyi naukovyi visnyk, 100 (2), 91-97.

5. Kniazuk, O. V., Lypovyi, V. H. (2016). Fiziolohe-biolohechni osoblyvosti formuvannia produktyvnosti hibrydiv kukurudzy zalezno vid tekhnolohechnykh pryiomiv vyroshchuvannia. Ahrobioloheia, 1, 47-53.

6. Nichiporovich, A. A. (1977). Teoriya fotosinteticheskoy produktivnosti rasteniy. Fiziologiya rasteniy, 8, 38-44.

7. Volodarskiy, N. I. (1986). Biologicheskie osnovy vozdelivaniya kukuruzy. Moskva: Agropromizdat, 189

8. Kaminskyi, V. F., Saiko, V. F., Dushko, M. V., Asanishvili, N. M. (2017). Naukovi osnovy efektyvnosti vykorystannia vyrobnychkykh resursiv u riznykh modeliakh tekhnoloheii vyroshchuvannia zernovykh kultur: monohrafiia. Kyiv: Vydavnychiy dim «Vinichenko», 580.

## FORMATION AND FUNCTIONING OF THE PHOTOSYNTHETIC SYSTEM OF CORN PLANTS UNDER THE INFLUENCE OF ELEMENTS OF GROWING TECHNOLOGY IN THE FOREST-STEPPE

N. M. Asanishvili

**Abstract.** *The article presents the results of research on improving the efficiency of photosynthetic activity of maize crops in the Forest-Steppe. The aim of the research was to establish the influence of mineral fertilizers, by-products of the predecessor as fertilizers, herbicides, plant growth stimulants, microfertilizers on the formation and functioning of the photosynthetic apparatus of corn plants. The research was carried*

Асанішвілі Н. М.

*out during 2016-2019 on dark gray wooded coarse-grained light loam soil of the Forest-Steppe with the use of field, calculation-weight and mathematical-statistical methods. Peculiarities of leaf surface area dynamics, dry matter growth, net photosynthesis productivity, photosynthetic potential of maize sowing depending on factors of intensification of growing technology are established and optimal parameters providing high crop yield are determined. It was found that maize agrocenoses can be identified as consistently highly productive by achieving the following structural and functional characteristics: leaf surface area at stages BBCH 65 and 75 - 49,98-60,31 and 41,81-47,83 thousand m<sup>2</sup>/ha, net productivity of photosynthesis - 11.28-12.03 g/m<sup>2</sup> per day, photosynthetic sowing potential 2718.89-3196.59 thousand m<sup>2</sup>×day/ha. Such crops accumulate 21.91-26.43 t/ha of dry matter at the stage of BBCH 75, which is realized in the formation of the crop at the level of 10.18-12.10 t/ha of grain. The research results are used to optimize the technology of growing corn in the Forest-Steppe in order to increase the efficiency of production and agro-climatic resources.*

**Key words:** *corn, leaf surface, photosynthetic productivity, agrocenosis, yield, growing technology*

## ІНТЕНСИВНІСТЬ ДИХАННЯ, ЕТИЛЕН-АКТИВНІСТЬ І ТЕПЛОВИДІЛЕННЯ ГРУШ СОРТУ ЯНІС ЗАЛЕЖНО ВІД ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ Й ОБРОБКИ ІНГІБІТОРОМ ЕТИЛЕНУ

**О. В. МЕЛЬНИК**, доктор сільськогосподарських наук, професор

**О. О. ДРОЗД**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

*Уманський національний університет садівництва*

*E-mail: olga.drozd@ukr.net*

<https://doi.org/10.31548/dopovid2020.04.013>

**Анотація.** Досліджено вплив строку збору, затримки післязбирального охолодження й обробки 1-метилциклопропом на етилен-активність, інтенсивність дихання і тепловиділення груш сорту Яніс під час шестимісячного зберігання. Дослідження впродовж сезонів 2013/2014 та 2014/2015 рр. проводили на кафедрі плодівництва і виноградарства Уманського національного університету садівництва. Груші сорту Яніс з дерев на підщепі айва А (2007 р. садіння) відбирали у зрошуваному плодоносному саду фермерського господарства «Яніс» Хотинського району Чернівецької області.

Встановлено, що незалежно від строку збору, своєчасно охолоджені плоди груші сорту Яніс наприкінці шестимісячного зберігання виділяють в 1,2–1,3 раза менше етилену. Обробка 1-МЦП ефективніше уповільнює синтез етилену продукцією масового збору зі зниженням показника в 1,8 раза для охолодженої із затримкою, а негайно охолодженої – у 2,2 раза, порівняно з необробленими плодами (для запізнено зібраних відповідно у 1,2 і 1,7 раза). Етилен-активність плодів масового збору у 1,4 раза нижча за негайного охолодження і 1,2–2,7 раза – за післязбиральної обробки 1-МЦП.

Зміна етилен-активності свіжозібраних груш визначається переважно строком збору (вплив чинника 51,5 %), післязбиральною обробкою 1-МЦП (24,6) і післязбиральним охолодженням (11,7 %), а після шестимісячного зберігання – головним чином обробкою 1-МЦП (44,6) й охолодженням (29,7) з суттєво меншим впливом строку збирання (14,5 %). Інтенсивність дихання і тепловиділення плодів наприкінці шестимісячного зберігання від строку збору і негайного охолодження суттєво не залежать. Обробка 1-МЦП знижує інтенсивність дихання плодів у 1,5 раза і в 1,6 раза – тепловиділення.

**Ключові слова:** груші, строк збору, післязбиральне охолодження, 1-метилциклопропен, зберігання, етилен-активність, інтенсивність дихання, тепловиділення

**Актуальність.** Груша – цінна плодова культура, що після яблуні посідає чільне місце в структурі плодкових насаджень України. Груші зберігаються гірше від яблук й

уразливі до невідповідних умов у фруктосховищі [1]. Зарано зібрані плоди в'януть, а за надто пізнього збору більш схильні до загнивання, побуріння м'якшу і погіршення

Мельник О. В., Дрозд О. О.

смаку під час зберігання [2]. Швидке охолодження знижує схильність продукції до фізіологічних розладів, а затримка зі встановленням відповідної температури призводить до передчасного перестигання.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Оптимальна температура зберігання груш – від мінус 1 °С до 0 °С [3] і перевищення лише на 1 °С від рекомендованої для помологічного сорту скорочує тривалість зберігання на 20 %. Мінімізацію негативного впливу невідповідних умов зберігання, зокрема несвоєчасного встановлення рекомендованої температури і газового складу атмосфери здійснюють післязбиральною обробкою плодів 1-метилциклопропом (1-МЦП).

1-МЦП широко застосовують для покращення зберігання яблук. Для груш важливий оптимальний строк збору врожаю, оскільки обробка передчасно зібраної продукції суттєво гальмує хід досягання і плоди не набувають бажаної якості, а за надто пізнього збору ефект від 1-МЦП недостатній [4].

Під час дихання плоди виділяють діоксид вуглецю, воду і тепло. Обробка 1-МЦП знижує етилен-активність й інтенсивність дихання, відповідно нижче тепловиділення продукції й до 35 % нижчі енергозатрати на підтримання температурного режиму у фруктосховищі [5, 6].

**Мета дослідження** – вдосконалення технології зберігання плодів груші сорту Яніс різних строків збирання і встановлення впливу строку збору, затримки післязбирального охолодження й обробки 1-МЦП на етилен-активність, інтенсивність дихання і тепловиділення плодів.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження впродовж сезонів 2013/2014 та 2014/2015 рр. проводили на кафедрі плодівництва і виноградарства Уманського національного університету садівництва. Планування, ведення дослідів й обробку результатів здійснювали загальноприйнятими методами [7].

Груші сорту Яніс з дерев на підщепі айва А (2007 р. садіння) відбирали в зрошуваному плодоносному саду фермерського господарства «Яніс» Хотинського району Чернівецької області. Система утримання ґрунту в міжряддях – дерново-перегнійна, в пристовбурних смугах – гербіцидний пар.

Плоди заготовляли у два строки – перший, з настанням збиральної стиглості (початок збиральної стиглості, масовий збір) і другий – на тиждень пізніше (повна збиральна стиглість, запізнілий збір), беручи до уваги щільність м'якуша, вміст сухих розчинних речовин та йод-крохмальну пробу. З типових дерев відбирали однорідну за ступенем стиглості продукцію

Мельник О. В., Дрозд О. О.

вищого товарного сорту діаметром 70–90 мм (ГСТУ 01.1-37-162:2004), яку шаховим способом укладали в ящики № 53 місткістю 15 кг (ГОСТ 10131-93) з перестиланням кожного шару папером. Сюди ж клали плоди в поліетиленових сітках для обліку природних втрат. Число ящиків кожного варіанту відповідало періодичності аналізу.

Частину плодів негайно охолоджували за температури  $5 \pm 1$  °С та відносної вологості повітря 85–90 %, інші охолоджували після 24-годинної експозиції за температури 18...20 °С і відносної вологості повітря 55...60 %. Наступного дня охолоджені плоди обробляли 1-МЦП експериментальною дозою 500 ррб ( $0,034$  г/м<sup>3</sup>, препарат Смарт Фреш). Для цього ящики з продукцією ставили в газонепроникний контейнер з плівки завтовшки 200 мк з циркуляцією повітря автономним вентилятором, куди вміщували склянку з дистильованою водою й обчисленою на одиницю об'єму контейнера дозою порошкоподібного препарату (плоди без обробки – контроль).

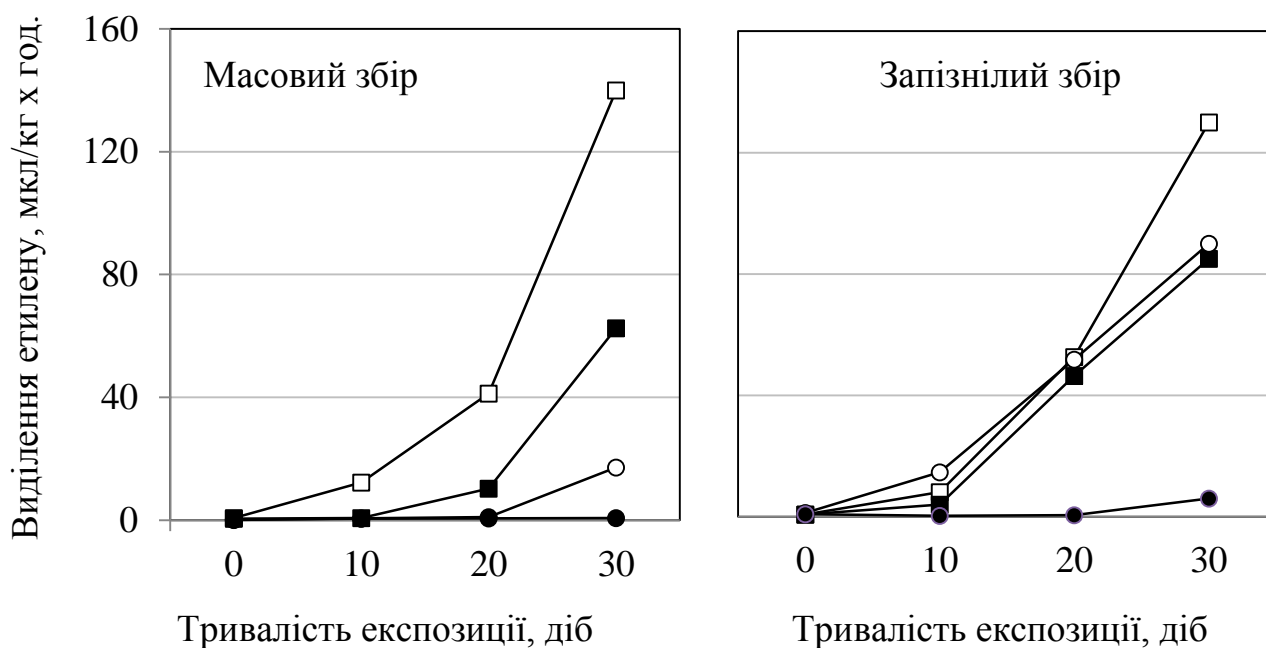
Після 24-годинної експозиції контейнер знімали, оброблені і контрольні плоди ставили на зберігання в холодильну камеру з температурою  $2 \pm 0,5$  °С та відотною вологістю повітря 85–90 %. Необроблену (контроль) і дослідну продукцію розміщували поруч.

Температуру в камері контролювали спиртовими термометрами й автоматично, відносну вологість повітря – гігрометром. Інтенсивність виділення плодами етилену періодично вимірювали портативним аналізатором ІСА-56 за температури 18...20 °С [8], інтенсивність дихання – за обсягом виділеного діоксиду вуглецю методом І. М. Толмачова [9], а виділення тепла – за кількістю CO<sub>2</sub>, що виділяється в процесі дихання.

Згідно з узагальнюючим рівнянням дихання, на кожний утворений міліграм діоксиду вуглецю генерується 2,55 калорій тепла, що множителем 61,2 переводили в кілокалорії на тонну продукції за добу зберігання [10]. Враховуючи, що інтенсивність дихання вимірюється в одиницях об'єму (мілілітрах) діоксиду вуглецю, їх переводили в одиницю маси (міліграми) додатковим множителем 1,98. У підсумку, тепловиділення в кілокалоріях на тонну продукції за добу зберігання обчислювали множенням інтенсивності дихання у мл CO<sub>2</sub> / кг х год. на коефіцієнт 121,2.

Результати досліджень обробляли методом дисперсійного аналізу за програмою «Statistica-6».

**Результати дослідження та їх обговорення.** Етилен-активність свіжозібраних плодів груші визначалася строком збору, післязбиральним охолодженням й обробкою 1-МЦП (рис. 1).



**Рис. 1.** Динаміка виділення етилену грушами сорту Яніс за температури 18..20 °С одразу після збирання залежно від строку збору, післязбирального охолодження й обробки 1-МЦП (урожай 2014 р.):

затримка охолодження: □ – без обробки (контроль); ■ – обробка 1-МЦП;

негайне охолодження: ○ – без обробки (контроль); ● – обробка 1-МЦП.

Незалежно від строку збору, етилен-активність плодів постійно зростала впродовж 30-добової експозиції за температури 18...20 °С (shelf-life). Характер емісії етилену продукцією масового збору (I збір) неоднаковий: показник необробленої й охолодженої із затримкою зростав з першого дня, а за післязбиральної обробки 1-МЦП – з 10 доби; у негайно охолодженої, без обробки 1-МЦП – з 20 доби, а за обробки інгібітором етилену не перевищував рівня 0,7 мкл/кг x год. упродовж усієї експозиції (рис. 1, зліва). Найвищу активність необроблених плодів масового збору – 140 мкл/кг x год. – зафіксовано на 30 добу експозиції для

груш, охолоджених із затримкою, тоді як темп зростання показника негайно охолоджених (без обробки 1-МЦП) у 8,1 раза нижчий і значно повільніший.

Подібну залежність виявлено для продукції з післязбиральною обробкою 1-МЦП, що уповільнила емісію етилену продукцією із затриманим охолодженням у 2,2, а негайно охолодженою – у 24,6 раза, порівняно з плодами без обробки.

Етилен-активність запізніло зібраних груш (II строк) зростала з першого дня експозиції за температури 18...20 °С, а негайно охолоджених і оброблених 1-МЦП плодів – незначно збільшилася з 20

Мельник О. В., Дрозд О. О.

добу (рис. 1, справа). На 30 добу експозиції найвищий показник необробленої інгібітором етилену продукції запізнитого збору – 130 мкл/кг х год. – зафіксовано для охолодженої із затримкою, тоді як у негайно охолодженої у 1,4 раза нижчий. Показник плодів, оброблених 1-МЦП й охолоджених із затримкою, нижчий у 1,5 раза і в 15 разів – у негайно охолоджених.

Найнижчу етилен-активність упродовж 30-добової експозиції – в межах 0,8–6,0 мкл/кг х год. – виявлено для негайно охолоджених плодів з обробкою 1-МЦП.

Упродовж шестимісячного холодильного зберігання інтенсивність виділення етилену монотонно зростала, незалежно від строку збору плодів (рис. 2).

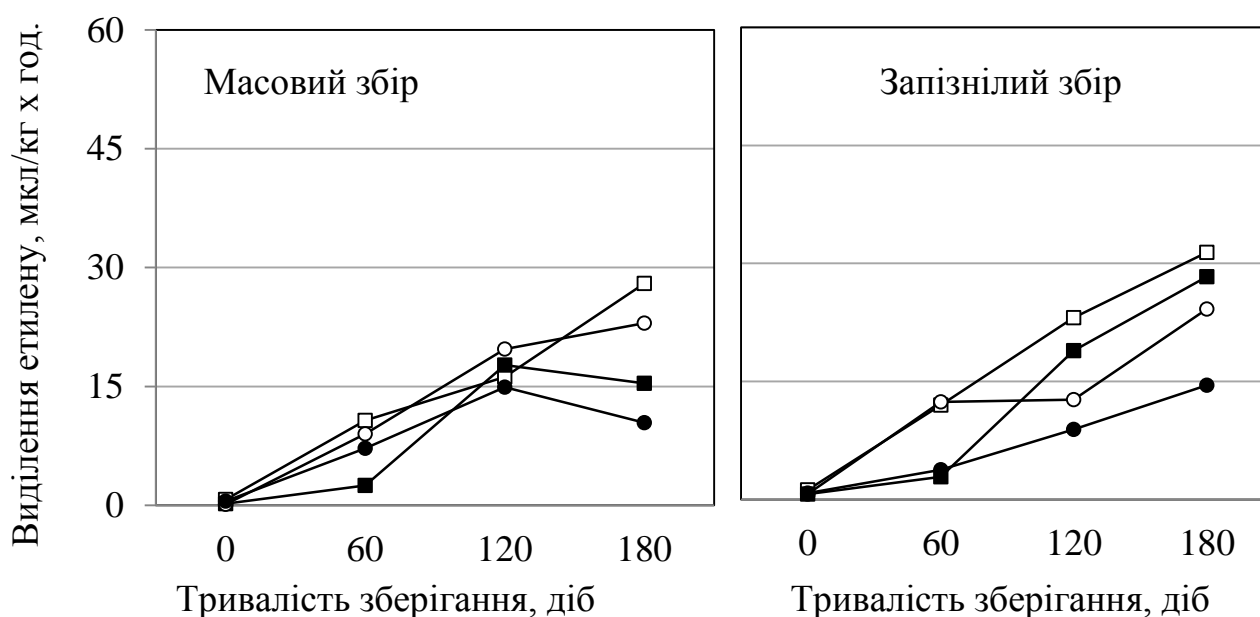


Рис. 2. Динаміка виділення етилену грушами сорту Яніс під час зберігання залежно від строку збору, післязбирального охолодження й обробки 1-МЦП (урожай 2014 р.):

затримка охолодження: □ – без обробки (контроль); ■ – обробка 1-МЦП;  
негайне охолодження: ○ – без обробки (контроль); ● – обробка 1-МЦП.

Наприкінці шести місяців зберігання найвищий показник необроблених інгібітором етилену плодів масового збору – 28 мкл/кг х год. – зафіксовано для охолоджених із затримкою і в 1,2 раза нижчий – для негайно охолоджених (рис. 2, зліва). Післязбиральна обробка 1-МЦП

знизила в 1,8 раза інтенсивність процесу у плодів, охолоджених із затримкою (негайно охолоджених – у 2,2), порівняно з необробленими плодами.

Без обробки 1-МЦП негайне охолодження знизило етилен-активність запізнитого збору плодів в

Мельник О. В., Дрозд О. О.

1,3 раза, порівняно з показником плодів, охолоджених із затримкою (рис. 2, справа). Показник плодів, охолоджених із затримкою, з післязбиральною обробкою інгібітором етилену нижчий в 1,2 раза (негайно охолоджених – в 1,7), порівняно з плодами без обробки.

У міру збільшення тривалості зберігання, етилен-активність плодів груші змінювалася залежно від строку збору, післязбирального охолодження й обробки 1-МЦП (табл. 1).

**1. Етилен-активність груш сорту Яніс з післязбиральною обробкою 1-МЦП, залежно від строку збору і затримки охолодження (результати дисперсійного аналізу, врожай 2014 р.), мкл/кг х год.**

Тривалість зберігання, міс.	Строк збору			Післязбиральне охолодження			Доза Смарт Фреш, г/м <sup>3</sup>		
	I	II	НІР <sub>05</sub>	негайне	затримка на добу	НІР <sub>05</sub>	0	0,034	НІР <sub>05</sub>
0	0,4	0,9	0,2	0,5	0,7	0,2	0,8	0,5	0,2
2	7,4	7,8	0,2	8,1	7,0	0,2	11,0	4,1	0,2
4	17,1	15,9	0,2	14,0	19,0	0,2	17,9	15,1	0,2
6	19,2	24,6	0,2	18,0	25,8	0,2	26,7	17,2	0,2

Порівняно з показником продукції масового збору, пересічно по експерименту, дещо вища інтенсивність виділення етилену у плодів запізнитого збору, з вищим на 5,4 мкл/кг х год. рівнем на кінець шестимісячного зберігання. Негайне охолодження знизило етилен-активність продукції у фруктосховищі, з нижчим на 7,8 мкл/кг х год. показником на момент закінчення зберігання, порівняно з плодами, охолодженими із затримкою.

За післязбиральної обробки 1-МЦП емісія етилену після шести місяців зберігання на 9,5 мкл/кг х год. нижча, порівняно з показником

необроблених плодів. Подібні дані отримано Chiriboga M. зі співавторами для груш сорту Конференція [11].

Встановлено специфічну дію досліджуваних чинників на емісію етилену грушами сорту Яніс під час тривалого зберігання (табл. 2). Одразу після збирання етилен-активність визначалася, переважно, строком збору (дія чинника 51,5 %) і післязбиральною обробкою 1-МЦП (24,6) з суттєво меншим (11,7 %) впливом післязбирального охолодження, тоді як після двомісячного зберігання – переважно обробкою 1-МЦП (82,2 %).

## 2. Ступінь впливу досліджуваних чинників на зміну етилен-активності груш сорту Яніс під час зберігання (врожай 2014 р.), %

Тривалість зберігання, діб	Строк збору	Післязбиральне охолодження	Обробка 1-МЦП
0	51,5	11,7	24,6
60	0,3	1,9	82,2
120	2,2	35,4	11,7
180	14,5	29,7	44,6

Наприкінці чотирьох місяців зберігання емісія етилену груш залежала переважно від впливу післязбирального охолодження (35,4 %) й обробки 1-МЦП (11,7) та істотно менше – від строку збору (2,2), а наприкінці шестимісячного – головним чином від післязбиральної обробки інгібітором етилену (44,6) і наявності своєчасного охолодження

(29,7 %).

Рівень інтенсивності дихання значною мірою визначає тривалість ефективного зберігання плодів. Активність дихання груш наприкінці шестимісячного зберігання визначалася переважно обробкою 1-МЦП, тоді як дію строку збору і післязбирального охолодження статистично не доведено (табл. 3).

## 3. Інтенсивність дихання і рівень тепловиділення груш сорту Яніс наприкінці шестимісячного зберігання за температури $2\pm 0,5$ °С залежно від строку збору, післязбирального охолодження й обробки 1-МЦП (урожай 2014 р.)

Показник	Строк збору			Післязбиральне охолодження			Доза Смарт Фреш, г/м <sup>3</sup>		
	I	II	НІР <sub>05</sub>	негайне	затримка на добу	НІР <sub>05</sub>	0	0,034	НІР <sub>05</sub>
Інтенсивність дихання, мл СО <sub>2</sub> /кг х год.	1,0	1,0	F <sub>φ</sub> <F <sub>05</sub>	1,0	1,1	F <sub>φ</sub> <F <sub>05</sub>	1,2	0,8	0,1
Тепловиділення, ккал/тонну х добу	126,3	117,4	F <sub>φ</sub> <F <sub>05</sub>	115,8	127,9	F <sub>φ</sub> <F <sub>05</sub>	150,9	92,8	12,6

Порівняно з необробленими плодами, показник продукції з післязбиральною обробкою інгібітором етилену в 1,5 раза нижчий. Подібні дані отримано Liu R. зі співавторами для груш сорту Лаянг

[12] і Kurubas M. та Erkan M. для сорту Анкара [13].

Подібну закономірність дії досліджуваних чинників зафіксовано щодо тепловиділення. Незалежно від строку збору й режиму охолодження,

Мельник О. В., Дрозд О. О.

тепловиділення продукції з післязбиральною обробкою 1-МЦП у 1,6 раза нижче, порівняно з показником необробленої. Подібні дані отримано McCormick R. зі співавторами для яблук сорту Гала за температури зберігання 4 °С в регульованому газовому середовищі (на 35 % нижчі енергозатрати) [5] та Kitemann D. зі співавторами для яблук сортів Голден Делішес, Джонаголд і Пінова за температура 5 °С в РГС з ультранизьким вмістом кисню (до 70 % менше енергозатрат) [14].

**Висновки.** Незалежно від строку збору, своєчасно охолоджені плоди груші сорту Яніс наприкінці шестимісячного зберігання виділяють в 1,2–1,3 раза менше етилену. Обробка 1-МЦП ефективніше уповільнює синтез етилену продукцією масового збору зі зниженням показника в 1,8 раза для охолодженої із затримкою, а негайно охолодженої – у 2,2 раза, порівняно з необробленими плодами (для запізнено зібраних відповідно в 1,2 і 1,7 раза). Етилен-активність плодів масового збору у 1,4 раза нижча за

негайного охолодження і 1,2–2,7 раза – за післязбиральної обробки 1-МЦП.

Зміна етилен-активності свіжозібраних груш визначається переважно строком збору (вплив чинника 51,5 %), післязбиральною обробкою 1-МЦП (24,6) і післязбиральним охолодженням (11,7 %), а після шестимісячного зберігання – головним чином обробкою 1-МЦП (44,6) й охолодженням (29,7) з суттєво меншим впливом строку збирання (14,5 %).

Інтенсивність дихання і тепловиділення плодів наприкінці шестимісячного зберігання від строку збору і негайного охолодження суттєво не залежать. Обробка 1-МЦП знижує інтенсивність дихання плодів у 1,5 раза і в 1,6 раза – тепловиділення.

Подяка фермерському господарству «Яніс» за сприяння веденню досліджень і фірмі «Агрофреш» за надання препарату «Смарт Фреш» й аналізатора етилену ІСА-56.

#### Список використаних джерел

1. Wawrzynczak A., Rutkowski K. P., Kruczynska D. E. Jakosc owocow wybranych odmian gruszy w zaleznosci od temperatury przechowywania. *Zeszyty naukowe Instytutu sadownictwa i kwiaciarnictwa*. 2008. Vol. 16. P. 153–162.
2. Мельник О. В., Мельник І. О. Зберігання груш. *Новини садівництва*. 2010. № 2. С. 33–36.
3. Richardson D. G., Kupferman E. Controlled atmosphere storage of pears.

*Postharvest Horticulture series*. University of California, Davis. 1997. No. 16. P. 31–35.

4. Folchi V., Bertolini P., Mazzoni D. Preventing ripening blockade in 1-MCP treated Abate Fetel pears by storage temperature management. *Acta Horticulturae*. 2015. Vol. 1079 (24). P. 215–221. DOI: 10.17660/ActaHortic.2015.1079.24.

5. McCormick R., Neuwald D. A., Streif J. A case study: potential energy savings using 1-MCP with Gala apples in commercial CA storage. *Acta Horticulturae*. 2010. Vol. 877

Мельник О. В., Дрозд О. О.

(39). P. 323–326. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.877.39.

6. Rutkowski K. Zdolność przechowalnicza owoców. *Sad*. 2011. № 10. P. 15.

7. Дженеєв С. Ю., Иванченко В. И. Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда (организация и проведение исследований). Ялта: Институт винограда и вина «Магарач», 1998. 152 с.

8. Мельник О. В. Збиральна стиглість яблук: метод індукованого етилену. *Новини садівництва*. 2010. № 3. С. 36–37.

9. Проведение исследований по вопросам хранения и переработки плодов и ягод. Методические рекомендации. *Украинский научно-исследовательский институт садоводства*. Киев, 1980. С.57–61.

10. Saltveit M. E. Respiratory metabolism. *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stock. USDA Agricultural Handbook* / edited by E. K. Gross, C. Y. Wang, M. Saltweit. U. S. Department of Agriculture: Agriculture Research Service, Beltsville, MD. 2004. Nr. 66. P. 68–75.

11. Chiriboga M. A., Saladie M., Bordonaba J. G., Recasens I., Garcia-Mas J., Larrigaudiere C. Effect of cold storage and 1-MCP treatment on ethylene perception, signalling and synthesis: Influence on the development of the evergreen behaviour in 'Conference' pears. *Postharvest Biology and Technology*. 2013. Vol. 86. P. 212–220. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2013.07.003.

12. Liu R., Lai T., Xu Y., Tian S. Changes in physiology and quality of Laiyang pear in long time storage. *Scientia Horticulturae*. 2013. Vol. 150. P. 31–36. DOI: 10.1016/j.scienta.2012.10.017.

13. Kurubas M., Erkan M. Impacts of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on postharvest quality of Ankara pears during long-term storage. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2018. Vol. 42. P. 88–92. DOI: 10.3906/tar-1706-72.

14. Kitemann D., McCormick R., Neuwald D. A. Effect of high temperature and 1-MCP application or dynamic controlled atmosphere on energy savings during apple storage. *European Journal of Horticultural*

*Science*. 2015. Vol. 80 (1). P. 33–38. DOI: 10.17660/ejhs.2015/80.1.5.

## References

1. Wawrzynczak, A., Rutkowski, K. P., Kruczynska, D. E. (2008). Jakość owoców wybranych odmian gruszy w zależności od temperatury przechowywania [Fruit quality of selected pear varieties depending on storage temperature]. *Scientific notebooks of the Institute of horticulture and floriculture*, 16, 153–162.

2. Melnyk, O. V., Melnyk, I. O. (2010). Zberihannia hrush [Storage of pears]. *Gardening news*, 2, 33–36.

3. Richardson, D. G., Kupferman, E. (1997). Controlled atmosphere storage of pears. *Postharvest Horticulture series*. University of California, Davis, 16, 31–35.

4. Folchi, V., Bertolini, P., Mazzoni, D. (2015). Preventing ripening blockade in 1-MCP treated Abate Fetel pears by storage temperature management. *Acta Horticulturae*, 1079 (24), 215–221. doi: 10.17660/ActaHortic.2015.1079.24.

5. McCormick, R., Neuwald, D. A., Streif, J. (2010). A case study: potential energy savings using 1-MCP with Gala apples in commercial CA storage. *Acta Horticulturae*, 877 (39), 323–326. doi: 10.17660/ActaHortic.2010.877.39.

6. Rutkowski, K. (2011). Zdolność przechowalnicza owoców [Fruit storage capacity]. *Garden*, 10, 15.

7. Dzheneev, S. Yu., Ivanchenko, V. I., Dzheneeva, E. L. (1998). Metodicheskie rekomendatsii po hraneniyu plodov, ovoshey i vinograda (organizatsiya i provedenie issledovaniy) [Guidelines for the storage of fruits, vegetables and grapes (organization and research)]. *The Institute of Vine and Wine «Magarach»*, Yalta, 152.

8. Melnyk, O. V. (2010). Zbyralna styhlist iabluk: metod indukovanoho etylenu [Harvesting ripening of apples: the method of induced ethylene]. *Gardening news*, 3, 36–37.

9. Provedeniye issledovaniy po voprosam khraneniya i pererabotki plodov i iagod Metodicheskiye rekomendatsii (1980) [Conducting research on the storage and processing of fruits and berries. Guidelines]. *Ukrainian Research Institute of Horticulture*, Kiev, 57–61.

Мельник О. В., Дрозд О. О.

10. Saltveit, M. E. (2004). Respiratory metabolism. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stock. *USDA Agricultural Handbook* / edited by E. K. Gross, C. Y. Wang, M. Saltveit. U. S. Department of Agriculture: Agriculture Research Service, Beltsville, MD, 66, 68–75.

11. Chiriboga, M. A., Saladie, M., Bordonaba, J. G., Recasens, I., Garcia-Mas, J., Larrigaudiere, C. (2013). Effect of cold storage and 1-MCP treatment on ethylene perception, signalling and synthesis: Influence on the development of the evergreen behaviour in 'Conference' pears. *Postharvest Biology and Technology*, 86, 212–220. doi: 10.1016/j.postharvbio.2013.07.003.

12. Liu, R., Lai, T., Xu, Y., Tian, S. (2013). Changes in physiology and quality of

Laiyang pear in long time storage. *Scientia Horticulturae*, 150, 31–36. doi: 10.1016/j.scienta.2012.10.017.

13. Kurubas, M., Erkan, M. (2018). Impacts of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on postharvest quality of Ankara pears during long-term storage. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 42, 88–92. doi: 10.3906/tar-1706-72.

14. Kitemann, D., McCormick, R., Neuwald, D. A. (2015). Effect of high temperature and 1-MCP application on dynamic controlled atmosphere on energy savings during apple storage. *European Journal of Horticultural Science*, 80 (1), 33–38. doi: 10.17660/ejhs.2015/80.1.5.

## ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ, ЭТИЛЕН-АКТИВНОСТЬ И ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЕ ГРУШ СОРТА ЯНИС, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОСЛЕУБОРОЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ИНГИБИТОРОМ ЭТИЛЕНА

А. В. Мельник, О. А. Дрозд

*Аннотация.* Исследовано влияние срока съема, задержки послеуборочного охлаждения и обработки 1-метилциклопропеном (1-МЦП) на этилен-активность, интенсивность дыхания и тепловыделение груш сорта Янис во время шестимесячного хранения. Исследования проводили в сезонах 2013/2014 и 2014/2015 гг. на кафедре плодоводства и виноградарства Уманского национального университета садоводства. Груши сорта Янис с деревьев на подвое айва А (2007 г. посадки) собирали в орошаемом плодоносящем саду фермерского хозяйства «Янис» Хотинского района Черновицкой области.

Установлено, что независимо от срока съема, своевременно охлажденные плоды груши сорта Янис в конце шестимесячного хранения выделяют в 1,2–1,3 раза меньше этилена. Обработка 1-МЦП эффективно замедляет синтез этилена продукцией массового съема со снижением показателя в 1,8 раза для охлажденной с задержкой и в 2,2 раза для своевременно охлажденной, по сравнению с необработанными плодами (для запоздало убранных соответственно в 1,2 и 1,7 раза). Этилен-активность плодов массового съема в 1,4 раза ниже для своевременно охлажденной продукции и в 1,2–2,7 раза – для обработанной 1-МЦП.

Изменение этилен-активности свежесобранных груш определяется преимущественно сроком съема (влияние фактора 51,5 %), послеуборочной обработкой 1-МЦП (24,6) и послеуборочным охлаждением (11,7%), а после шестимесячного хранения – главным образом обработкой 1-МЦП (44,6) и охлаждением (29,7) с меньшим влиянием срока уборки (14,5 %). Интенсивность

Мельник О. В., Дрозд О. О.

дыхания и тепловыделение плодов в конце шестимесячного хранения от срока съема и немедленного охлаждения существенно не зависят. Обработка 1-МЦП снижает интенсивность дыхания плодов в 1,5 раза и в 1,6 раза – тепловыделение.

**Ключевые слова:** груши, срок съема, послеуборочное охлаждение, 1-метилциклопропен, хранение, этилен-активность, интенсивность дыхания, тепловыделение

## RESPIRATORY AND ETHYLENE ACTIVITY AND HEAT RELEASE OF PEARS cv. YANIS, TREATED WITH ETHYLENE INHIBITOR DEPENDING ON COOLING MODE

O. Drozd, O. Melnyk

**Abstract.** Pear is a valuable fruit crop which, after apple trees, occupies a leading place in the structure of Ukrainian horticulture. Pear fruit are more difficult to store than apples and they are sensitive to improper conditions in the fruit storage. Too early picked fruit will wither and, if harvested too late, they will be more susceptible to rot, flesh browning and taste deterioration during storage. Rapid post-harvest cooling reduces fruit susceptibility to physiological disorders, while a delay in setting a recommended temperature leads to premature ripeness.

The optimum storage temperature of pears is in the range from minus 1 °C to 0 °C and its excess by only 1 °C from a recommended one for a pomological cultivar reduces the storage duration by 20 %. The elimination of a negative impact of inappropriate storage conditions, in particular the untimely achievement of a recommended temperature and atmosphere in the storage is carried out by a post-harvest treatment with 1-methylcyclopropene (1-MCP).

The optimal harvest time is important for pears, because the treatment of prematurely harvested fruit slows down the ripening process significantly and pears do not reach a desired quality, and if they are harvested too late, the effect of 1-MCP will be insufficient. During respiration, the fruit emit carbon dioxide, water and heat. The treatment of 1-MCP reduces ethylene activity and respiration intensity, the heat output will be lower as well as energy consumption - up to 35 %, respectively, to maintain the temperature in the fruit storage.

The purpose of this study was to improve the storage technology of pears, cv. Yanis, of different picking dates and to establish the effect of a harvest time, the delay of post-harvest cooling and the treatment of 1-MCP on ethylene activity, respiration rate and fruit heat release. The research was conducted in the storage seasons of 2013/2014 and 2014/2015 at the Department of Fruit Growing and Viticulture of Uman National University of Horticulture. Yanis pears were collected from trees on a quince rootstock A (planting of 2007) and stored in a branch of the Department – the farm «Yanis» of Khotyn district, Chernivtsi region. The soil management system between the rows was sod-humus and herbicide fallow in the stem strips.

The fruit were collected in two terms: the first term – the onset of harvesting maturity (the beginning of harvest maturity, mass picking) and the second term – a week later (full harvest maturity, delayed picking). After picking, half of the fruit were

Мельник О. В., Дрозд О. О.

*immediately cooled at a temperature of  $5\pm 1$  °C and a relative humidity of 85–90 % (immediate cooling), the rest was cooled similarly after a 24-hour exposure at 18...20 °C and a relative humidity of 55...60 % (cooling delay). The following day, the fruit were treated with a 1-MCP dose of 500 ppb ( $0.034$  g/m<sup>3</sup> SmartFresh). After a 24 hour-exposure, the container was removed, the treated and control fruit were stored in a refrigerated chamber at a temperature of  $2\pm 0.5$  °C and a relative humidity of 85–90 % (untreated fruits - control).*

*The temperature in the chamber was monitored with alcohol thermometers and automatically, and the relative humidity – with a hygrometer. An ethylene production rate was periodically measured by a portable analyzer ICA-56 at 18...20 °C, the fruit respiration – by the amount of carbon dioxide, and the heat release was calculated from the amount of CO<sub>2</sub> emitted during respiration.*

*Regardless of the picking date, at the end of a six month-storage, immediately cooled Yanis pears emit ethylene by 1.2–1.3 times less. 1-MCP treatment more effectively slows down the synthesis of ethylene in mass picked fruits with an indicator decrease by 1.8 times for delayed cooled and 2.2 times for immediately cooled pears, as compared with untreated fruit (1.2 and 1.7 times for delayed picked fruit, respectively). The ethylene activity of mass picked fruit was 1.4 times lower with immediate cooling and it was 1.2–2.7 times lower in the case of post-harvest treatment of 1-MCP. The change in ethylene activity of freshly harvested pears is mainly determined by the harvest time (influence of 51.5 %), post-harvest treatment of 1-MCP (24.6) and post-harvest cooling (11.7 %) and after six-month storage – mainly by treatment of 1-MCP (44.6) and cooling (29.7) with significantly less influence of the harvested period (14.5 %).*

*At the end of six-month storage, fruit respiration and heat release do not significantly depend on the harvest time and a post-harvest cooling mode. Post-harvest 1-MCP treatment reduces the intensity of fruit respiration by 1.5 times and the heat release – by 1.6 times.*

**Key words:** *pears, harvest time, post-harvest cooling, 1-methylcyclopropene, storage, ethylene activity, respiration rate, heat release*

**SEED GERMINATION OF PEA BY SEED TREATMENT WITH MO NANOPARTICLES****L. M. HONCHAR**, candidate of agriculture sciences, Associate Professor**B. M. MAZURENKO**, assistant**O. V. PONOMARENKO**, PhD student*National university of life and environmental sciences of Ukraine**E-mail: honchar@nubip.edu.ua*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.014>

**Abstract.** *Article highlights the results of research of the effect of pre-sowing seed treatment with molybdenum nanoparticles solution on the process of germination of pea variety NS Moroz and determination of the optimal concentration of molybdenum solution, which has an maximal positive effect on growth processes during germination.*

*The research was conducted in the Educational-Scientific Laboratory Demonstration Collection Field of Crops of the Department of Plant Science of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Field and laboratory experiments were performed according to proven methods. Germination energy, germination and measurements of biometric parameters were determined.*

*Water solution with molybdenum concentration of 1:100 provided the highest seed germination at the level of 99%, which has a positive effect in cultivation of peas, so field germination should also increase. The solution with Mo concentration of 1:10 had a positive effect on the length of the embryonic root of pea. It increased in length by 1.9 cm compare to control variant. Highest raw mass was formed by the treatment with Mo solution in concentration 1:100. This variant increased raw mass in stem by 0.06 g and 0.24 g in root system compare to control.*

**Key words:** *pea, Mo nanoparticles, seed treatment, stem, root, raw mass, colloidal solution*

**Actuality.** Interest to legume cultivation grows in Ukraine nowadays. Pea is an important and popular legume crop in Ukraine. Main advantage of pea cultivation is ability to form high and stable yields in a short growing season. Growth and development are one of the most important agrobiological features of crops, which reflects a certain interaction of the plant genotype with a set of technological techniques and agro-

climatic resources of the growing region. Sowing material is the basis of crop productivity, which provides 40-45 % in the realization of biological potential, while cultivation technology provides 30-35 %, and fertilizers – only 20 %. Plant density is necessary point for the formation of high yields of peas, which is reaches by establishing the appropriate seeding rate according weather and soil conditions.

Гончар Л. М., Мазуренко Б. О., Пономаренко О. В.

Precipitation deficit was observed in Ukraine in March-April in recent years, so provoked continuous air drought that connected with soil drought in south of Ukraine. The longest and most severe rainfall deficit has been observed in southern Ukraine since last summer, so agrometeorological conditions for crop growth and development have been assessed as close to critical. Seedlings was liquefaction and delayed in development, crops were in a depressed state, because there was a deficit of available moisture in many fields. Pea plants can cover these nitrogen requirements due to seed inoculation and development of nodule bacteria in favourable conditions peas. Symbiotic nitrogen fixation processes can be significantly limited by insufficient moisture or low level of soil aeration [1, 2].

Main indicator of seed quality is the laboratory seed germination, that affects the field germination, which impact on yield [3]. There are a lot of method to improve laboratory and field seed germination nowadays, but each variety has an individual sensitivity to them [4].

**Analysis last research and publications.** Pea plants need the optimal ratio of moisture, heat, and nutrients since seed germination. Peas need a lot of moisture, especially during germination. This is 100-110 % of water by seed weight, transpiration coefficient of 400-600

Pre-sowing seed treatment with different materials can have a positive

effect on seed germination and vegetation plants [5–9]. Plant productivity is improved by increasing the number of pods, seeds, seed weight per plant, and seed yield. Chemical, biological, physical factors influencing the condition of seeds to stimulate physiological processes of germination and development have different principles of action [8]. Pre-sowing seed treatments with solutions of nanometals help to increase crop yields to 20-35 %. In addition, there is an increase in the adaptation of plants to stressors during the growing season and improve the quality of agricultural products. Nanometals affect plants at the cellular level, increase the efficiency of processes in plants and participate in the formation of micronutrient balance [9,10]. The study of the positive properties of nanometals is carried out simultaneously with the detection of negative effects and prevention of risks from their use [11].

**Aim** of our research was to identify factors that have an inhibitory effect on the growth processes of peas and to determine the optimal concentration of nanomolibden and to establish early symptoms of the negative effects of colloidal molybdenum solution on plants.

**Methods.** Laboratory research was conducted in the Educational-Scientific Laboratory “Analytical research in plant science” of the Department of Plant Science of the National University of Life and Environmental Sciences of

Гончар Л. М., Мазуренко Б. О., Пономаренко О. В. Ukraine. Objects of research are water solution of Mo-nanoparticles with different concentration. There are 5 variants: control without Mo-nanoparticles, Mo solution 1:1, Mo solution 1:10, Mo solution 1:100, Mo solution 1:1000 was researched. Research was conducted on pea variety NS Moroz.

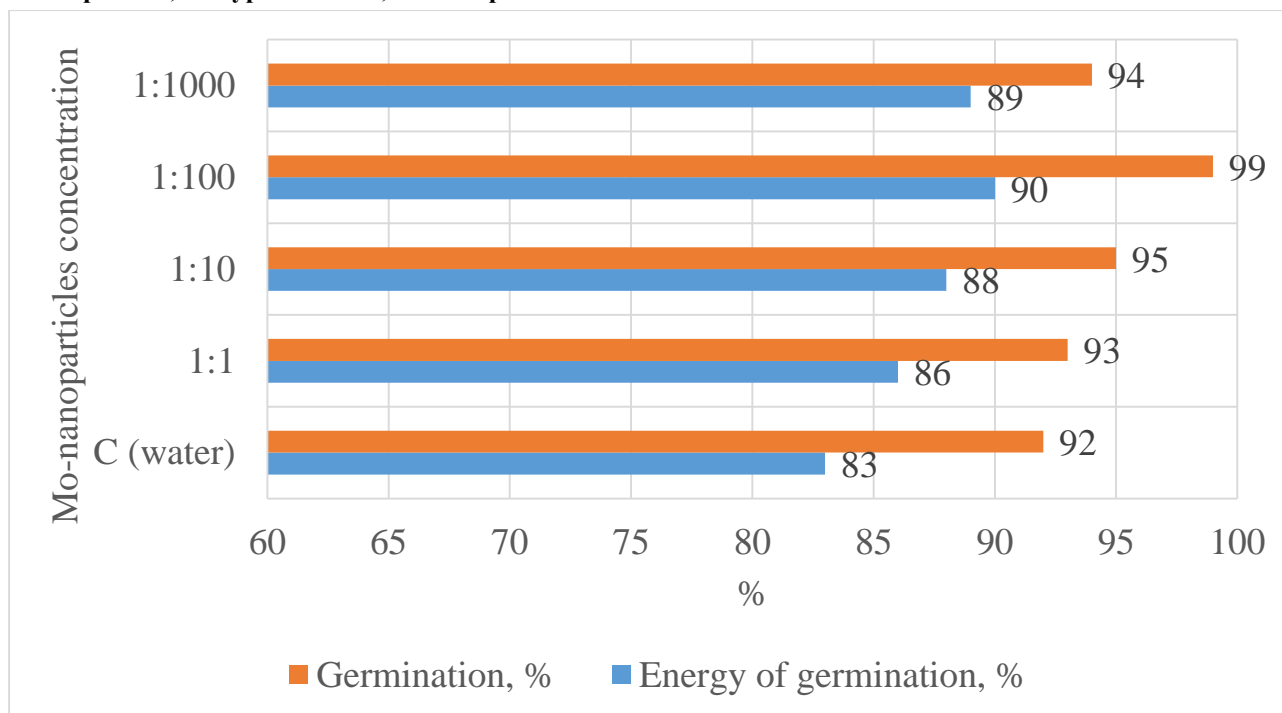
Effect of Mo-nanoparticles solutions on germination, germination energy, root and stem length, raw mass of seedlings was determined. Laboratory germination is determined according to DSTU 4138-2002 "Seeds of agricultural crops". Germination energy was determined on the 5<sup>th</sup> day, germination - on the 8<sup>th</sup> day. Biometric measurements were performed on the 8<sup>th</sup> day.

**Results.** Peas develop slowly at the beginning of the growing season, the root system is still poorly developed, and pre-sowing seed treatment with micronutrients is essential way to improve peas adaptivity. Requirements for nutrients in peas is highest in the early stages of development. Molybdenum plays an important role in the formation of high yields of peas. It improves nitrogen metabolism in plants, participates in protein formation, enhances photosynthesis and nitrogen fixation. Molybdenum becomes non-

available in soil solution on acid soils (pH <5.5), so foliar application is recommended. Availability of Mo in Mo-nanoparticles solution does not depend on soil pH.

Concentration of molybdenum in the solution had a significant effect on laboratory seed germination and energy of germination of peas. Variant without Mo-nanoparticles solution was characterized by germination energy at 83%, but molybdenum treatment increased to 86–90 % depend on concentration. Water solution of molybdenum with concentration 1:100 provided highest germination energy at 90 %, but higher concentration had a lesser effect (fig. 1).

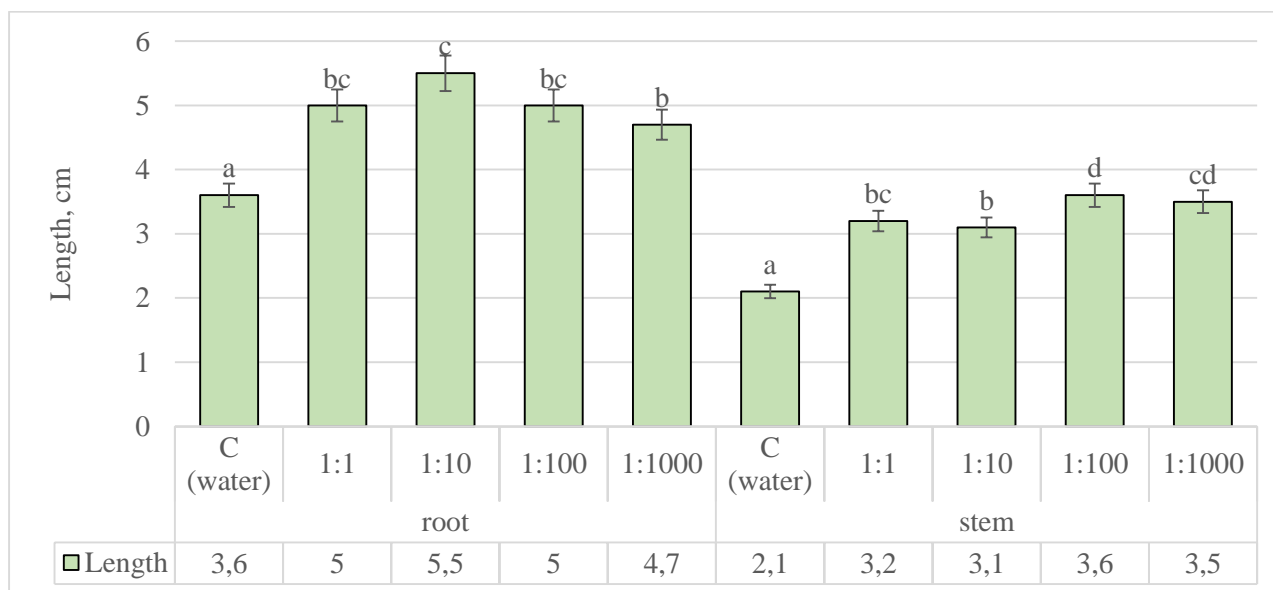
Laboratory germination of pea seeds was 92 % in the control variant, but seed treatment by Mo-nanoparticles solution with a concentration 1: 100 increased germination to 99 %. Relation between germination and concentration of Mo-nanoparticles in water solution is non-linear. Most effective variant is seed treatment by Mo-nanoparticles solution with concentration 1:100, so increasing the concentration decrease germination and energy of germination in peas. It should be noted that Mo-nanoparticles solutions are toxic to nodule bacteria.



**Fig. 1. Energy of germination and laboratory germination of pea depend on concentration of Mo-nanoparticles solution, %**

Seed treatment with Mo-nanoparticles solution influenced growth intensity and biometric parameters of pea seedlings, respectively, the ratio of stem to root in the control was 1:1.71. Seed treatment in concentration of 1:1 gives the

ratio of 1:1.56; in variant with a concentration of 1:10 it was 1: 1.77; in a variant with a concentration of 1:100 it was 1:1.38; in the variant with a concentration of 1:1000 was 1:1.34 (fig. 2).



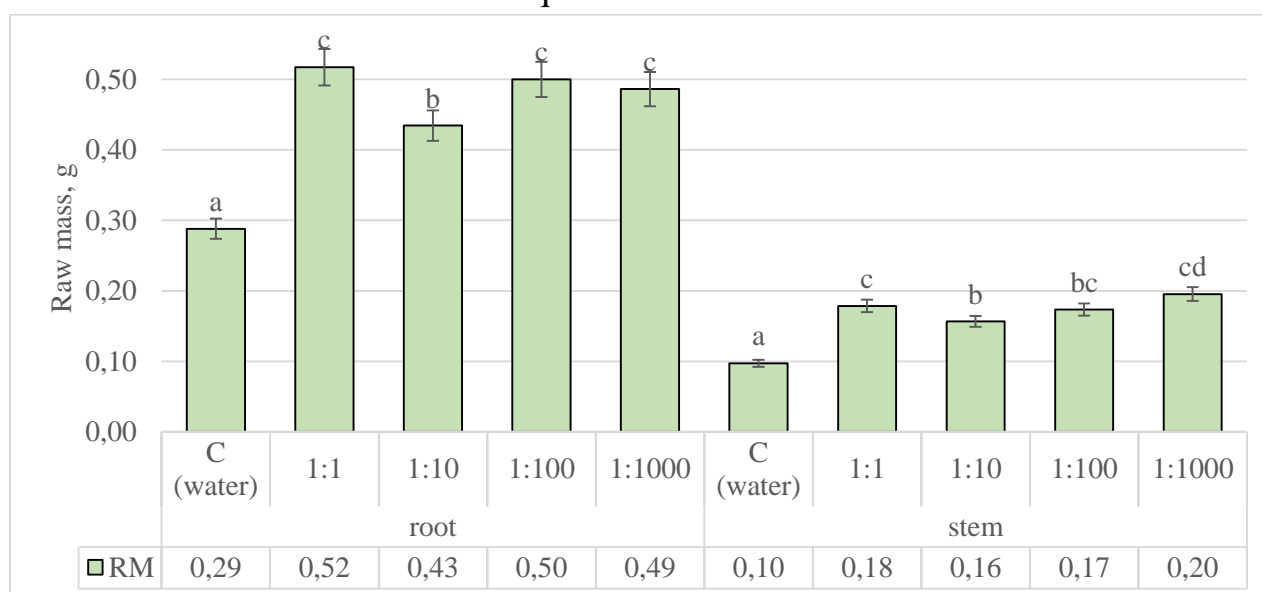
Different superscripts denote statistical significance at  $p \leq 0.05$

**Fig. 2. Length of root and stem of peas depend on concentration of Mo-nanoparticles solution, cm**

Research showed that the seed treatment with Mo-nanoparticles solution did not have an inhibitory effect in the early stages of growth, regardless of its concentration, as the length of the stem and root in the treated variants exceeded the control variant. It was found when analyzing the ratio of stem and root, the largest gap between them in the Mo2 variant with a subsequent

decrease in concentration decreases to  $1:1.34 \pm 1.38$ .

Raw mass of seedlings increased significantly regardless of the concentration of Mo-nanoparticles compared to control. Raw mass of roots was 0.43-0.52 g by treatment of Mo-nanoparticles solution, and stem was 0.16-0.20 g (fig. 3).



**Figure 3. Raw mass of seedlings depends on concentration of Mo-nanoparticles, g**

Positive effect on the linear growth of root system and stem was found. Seed treatment with Mo-nanoparticles solution had a positive effect on root growth in the initial stages of pea development. Greatest root length and raw mass were obtained at a concentration of Mo-nanoparticles solution 1:10. The positive effect of Mo-nanoparticles solution concentrations of 1:100 and 1:1000 was also established, the obtained data exceed the control

variant and require more detailed research.

**Conclusions.** Conducted research and analysis of obtain results have few key points:

1. Pre-sowing treatment by Mo-nanoparticles solution stimulates seed germination in peas. Seed treatment by solution in concentration 1:10 and less had a positive effect on seed germination and its energy.

Гончар Л. М., Мазуренко Б. О., Пономаренко О. В.

2. Most effective concentration to give a maximum seed germination is 1:10 Mo-nanoparticles.

3. Seed treatment with Mo-nanoparticles solution had a positive effect on root length, raw mass, and seedling length. Mo solution in

### Список використаних джерел

1. Дашківська М. О., Сітнікова Є. О., Шевчук О. А. Насіннева продуктивність гороху за дії регуляторів росту рослин. In *The 17 th International scientific and practical conference «Science, trends and perspectives»* (18-19 May, 2020). Tokyo, Japan, 2020. 432 p. ISBN-978-1-64871-420-7. P. 184.

2. Гончар Л. М., Пилипенко В. С. Польова схожість насіння та густина стояння рослин гороху посівного залежно від удобрення та інокуляції. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*, 2017, (269), С. 30-36.

3. Kaiser B. N., Gridley K. L., Ngaire Brady J., Phillips T., Tyerman S. D. The role of molybdenum in agricultural plant production. *Annals of botany*, 2005, 96(5), 745-754. <https://doi.org/10.1093/aob/mci226>

4. Taran N., Batsmanova L., Kosyk O. and other. Colloidal Nanomolybdenum Influence upon the Antioxidative Reaction of Chickpea Plants (*Cicer arietinum* L.). *Nanoscale Res Lett*, 11, 2016. 476. <https://doi.org/10.1186/s11671-016-1690-4>.

5. Shcherbakova E. N., Shcherbakov A. V., Andronov E. E. and other. Combined pre-seed treatment with microbial inoculants and Mo nanoparticles changes composition of root exudates and rhizosphere microbiome structure of chickpea (*Cicer arietinum* L.) plants. *Symbiosis*, 2017. 73(1), 57-69. <https://doi.org/10.1007/s13199-016-0472-1>

6. Shcherbakova E. N., Rots P. Y., Mulina S. A. and other Inoculation technology for legumes based on alginate encapsulation. *Agronomy Research*. Vol. 16, Issue 5, 2018, P. 2156-2168. <http://dx.doi.org/10.15159/ar.18.186>

7. Cruz I., Bashan Y., Hernández-Carmona G., De-Bashan L.E. Biological deterioration of alginate beads containing immobilized microalgae and bacteria during

concentration 1:10 increased root length on 1.9 cm and stem length on 1.0 cm compare to control. Its effect on the raw mass was manifested in an increase of 0.06 g of stem and 0.24 g of root compared to control.

tertiary wastewater treatment. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2013. 97 (22), pp. 9847-9858. <https://doi.org/10.1007/s00253-013-4703-6>

8. Taran N., Batsmanova L., Konotop Y., Okanencko A. Redistribution of elements of metals in plant tissues under treatment by non-ionic colloidal solution of biogenic metal nanoparticles. *Nanoscale research letters*, 2014, 9(1), 1-4. <https://doi.org/10.1186/1556-276X-9-354>

9. Taran N.Y., Gonchar O.M., Lopatko K.G. and other. The effect of colloidal solution of molybdenum nanoparticles on the microbial composition in rhizosphere of *Cicer arietinum* L. *Nanoscale Res Lett*, 2014. 9, 289. <https://doi.org/10.1186/1556-276X-9-289>

10. Lopatko K. G., Melnichuk M. D., Aftandilyants Y. G. and other. Obtaining of metallic nanoparticles by plasma-erosion electrical discharges in liquid mediums for biological application. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW. Agriculture*, 2013. (61 Agric. Forest Eng.).

11. Каленська С.М., Тонха О.Л., Лопатько К.Г., Афтанділянц Є.Г. Маточний колоїдний розчин металів: апт. 38459. Україна: В01J 13/00. заявл. 12.08.08; опубл. 12.01.09, Бюл. № 1. 8 с.

### References

1. Dashkivska, M. O. Sitnikova, Ye. O. & Shevchuk, O. A. (2020). Nasinnieva Produktivnist Horokhu Za Dii Rehuliatoriv Rostu Roslyn. In *The 17 th International scientific and practical conference «Science, trends and perspectives»* (18-19 May, 2020). Tokyo, Japan. 432 p. ISBN-978-1-64871-420-7. 184.

2. Honchar, L. M., Pylypenko, V. S. (2017). Polova skhozhist nasinnia ta hustota stoiannia roslyn horokhu posivnoho zalezho vid udobrennia ta inokuliatsii. *Naukovyi zhurnal «Roslynytstvo ta ґruntoznnavstvo»*.

Гончар Л. М., Мазуренко Б. О., Пономаренко О. В.

(269). 30-36.

3. Kaiser, B. N., Gridley, K. L., Ngaire Brady, J., Phillips, T., & Tyerman, S. D. (2005). The role of molybdenum in agricultural plant production. *Annals of botany*, 96(5), 745-754.

<https://doi.org/10.1093/aob/mci226>

4. Taran, N., Batsmanova, L., Kosyk, O., Smirnov, O., Kovalenko, M., Honchar L. & Okanenکو A. (2016). Colloidal Nanomolybdenum Influence upon the Antioxidative Reaction of Chickpea Plants (*Cicer arietinum* L.). *Nanoscale Research Letters*, 11, 476.

<https://doi.org/10.1186/s11671-016-1690-4>.

5. Shcherbakova E. N., Shcherbakov A. V., Andronov E. E. Gonchar, L.N., Kalenskaya, S.M. & Chebotar, V.K. (2017) Combined pre-seed treatment with microbial inoculants and Mo nanoparticles changes composition of root exudates and rhizosphere microbiome structure of chickpea (*Cicer arietinum* L.) plants. *Symbiosis*. 73(1), 57-69.

<https://doi.org/10.1007/s13199-016-0472-1>

6. Shcherbakova, E. N., Rots, P. Y., Mulina, S. A. Gonchar, L.N., Yahina, L.M., Laktionov, Yu.V. & Chebotar, V.K. (2018) Inoculation technology for legumes based on alginate encapsulation. *Agronomy Research*, 16(5), 2156-2168.

<http://dx.doi.org/10.15159/ar.18.186>

7. Cruz, I., Bashan Y., Hernández-Carmona, G. & De-Bashan, L.E. (2013)

Biological deterioration of alginate beads containing immobilized microalgae and bacteria during tertiary wastewater treatment. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97 (22), 9847-9858.

<https://doi.org/10.1007/s00253-013-4703-6>

8. Taran, N., Batsmanova, L., Konotop, Y., & Okanenکو A. (2014). Redistribution of elements of metals in plant tissues under treatment by non-ionic colloidal solution of biogenic metal nanoparticles. *Nanoscale research letters*, 9(1), 1-4.

<https://doi.org/10.1186/1556-276X-9-354>

9. Taran, N.Y., Gonchar, O.M., Lopatko, K.G. Batsmanova, L.M., Patyka, M.V. & Volkogon, M.V. (2014) The effect of colloidal solution of molybdenum nanoparticles on the microbial composition in rhizosphere of *Cicer arietinum* L. *Nanoscale Research Letters*, 9, 289. <https://doi.org/10.1186/1556-276X-9-289>

10. Lopatko, K. G., Melnichuk, M. D., Aftandilyants, Y. G., Gonchar, E. N., Boretskij, V. F., Veklich, A. N., ... & Trach, V. V. (2013). Obtaining of metallic nanoparticles by plasma-erosion electrical discharges in liquid mediums for biological application. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW. Agriculture*, (61 Agric. Forest Eng.).

11. Kalenska, S.M., Tonkha, O.L., Lopatko, K.H. & Aftandilyants, Ye.H. (2009) *Matochnyi koloidnyi rozchyn metaliv: apt. 38459. Ukraina: B01J 13/00. zaiavl. 12.08.08; opubl. 12.01.09, Biul. № 1. 8.*

## ПРОЦЕС ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ГОРОХУ ЗА ОБРОБКИ НАСІННЯ НАНОРОЗЧИНОМ МОЛІБДЕНУ

Л. М. Гончар, Б. О. Мазуренко, О. В. Пономаренко

**Анотація.** У статті висвітлено результати досліджень щодо впливу передпосівної обробки насіння нанорозчином молібдену на процес проростання гороху сорту НС Мороз та визначення оптимальної концентрації наномолібдену, яка має ефективний вплив на ростові процеси під час проростання.

Дослідження проводили на дослідному полі навчально-наукової лабораторії «Демонстраційне колекційне поле сільськогосподарських культур» Національного університету біоресурсів і природокористування України. Польові та лабораторні дослідження виконувалися згідно апробованих методик. Проводили визначення енергії проростання, схожості та заміри біометричних показників.

Гончар Л. М., Мазуренко Б. О., Пономаренко О. В.

*Концентрація молібдену 1:100 найвищу схожість насіння 99 %, що має позитивний вплив у подальшому вирощуванні гороху. Так, як із збільшення лабораторної схожості зростає і польова, що веде до формування оптимальної густоти гороху. Найбільша довжина кореня була за концентрацією Мо 1:10 збільшилась на 1,9 см порівняно з контролем та незначне збільшення довжини стебла на 1,0 см. Встановлено, що найбільша вегетативна маса була сформована за концентрації 1:10 колоїдного розчину молібдену, збільшення надземної маси на 0,06 г та кореневої системи на 0,24 г порівняно з контролем.*

**Ключові слова:** горох, наномолібден, обробка насіння, стебло, коріння, сира маса, колоїдний розчин

Василишина О. В.

УДК 664.8.032: 634.23

**МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПЛОДІВ ВИШНІ ЗА ПОПЕРЕДНЬОЇ  
ОБРОБКИ ПОЛІСАХАРИДНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ****О. В. ВАСИЛИШИНА**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент*Уманський національний університет садівництва**E-mail: elenamila@i.ua*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.015>

**Анотація.** У статті показано вплив обробки полісахаридних композицій на мікрофлору плодів вишні після зберігання. Дослідження проводили на протязі 2016–2019 років на базі дослідної станції помології імені Л. П. Симиренка ІС НААН з плоди вишні сортів Альфа, які за день до збирання врожаю обприскували розчином 100 мг/л саліцилової кислоти; 1 % хітозану з саліциловою кислотою (100 мг/л). Відібрані плоди промивали водою та занурювали у 5 % розчини альгінату натрію.

Після зберігання кількість епіфітної мікрофлори збільшилась до  $1,3 \cdot 10^3$  КУО/г. Обприскування плодів вишні розчином хітозану із саліциловою кислотою дало змогу зменшити чисельність зростання МАФАНМ у 5,2 рази, порівняно із контролем. Обробка плодів вишні альгінатом натрію сприяла зменшенню чисельності епіфітної мікрофлори у 4,2 раз.

Попередня обробка плодів вишні перед зберіганням сприяла призупиненні росту дріжджів і появи плісняви. В контрольному варіанті їх кількість знаходилась на рівні  $1,26 \cdot 10^3$  КУО/г. В дослідних варіантах вона зменшилась в 3,7–6,3 раз. Найменша кількість залишалась у плодів вишні, оброблених розчином хітозану із саліциловою кислотою.

Зважаючи на високий відсоток псування плодів після збирання транспортування та зберігання, перспективою подальших досліджень буде продовження досліджень із використання післязбиральної обробки плодів полісахаридними композиціями на їх мікрофлору протягом зберігання.

**Ключові слова:** плоди вишні, епіфітна мікрофлора, альгінат натрію, хітозан, саліцилова кислота

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Важкість організації захисту соковитих плодів під час їх зберігання визначається не лише їх механічною структурою та хімічним складом, але й відсутністю активних захисних реакцій з боку рослини.

Головною причиною виникнення хвороб зберігання соковитих плодів є

мікроскопічні гриби. Умовно їх можна розділити на дві великі групи: паразитичні (фітопатогенні) та сапротрофні. Прикладом таких грибів є збудники моніліозу (*Monilinia fructigena* та *Monilinia laxa*), сірої гнилі (*Botrytis cinerea*), бурі плямистості (*Schizothyrium pomi*), альтернаріозу (*Alternaria spp.*). Сапротрофні гриби не

Василишина О. В.

мають можливості інфікувати живу здорову рослину і зазвичай заселяють плоди вже після збору врожаю (під час їх транспортування та зберігання). Прикладом таких грибів є плісняви зберігання, що викликаються видами родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichothecium*, *Mucor*, *Rhizopus* та ін.

Найбільш серйозне захворювання – бактеріальна хвороба, викликана *Pseudomonas syringae*. Грибкове псування спричинене видами родів *Penicillium*, *Botrytis* і *Monilia* відповідальна за синю гниль, сіру цвіль. Виникнення цих гнилей та їх вплив на якість плодів, зокрема вишні, залежить від сорту та стадії дозрівання врожаю [1].

Такі плоди, як черешня, пошкоджуються різними збудниками, видами роду монілії (*M. laxa*, *M. frutigena* та *M. fructicola*), синьою цвіллю, спричиною *Penicillium expansum*, *Alternaria* гниль *Alternaria alternata* і *Cladosporium* гниль, викликана *Cladosporium* sp.. *Penicillium expansum* продукує мікотоксин патулін, що призводить до прямих втрат врожаю, якості плодів [2].

Для обмеження розвитку на плодах видів фітопатогенних грибів, найбільш важливим є організація боротьби з ними ще у період вегетації рослин. Що ефективнішою буде боротьба з ними «в полі», то менше їх буде під час зберігання продукції. Для обмеження розвитку сапротрофних грибів дуже важливими є мінімізація

травмування плодів. Крім того, плоди, що мають зберігатися тривалий час, не повинні бути пошкодженими шкідниками.

Задля того, щоб поліпшити зовнішній вигляд плодів та затримати їх псування, після збирання врожаю часто використовують процедуру нанесення на їх поверхню штучного воскоподібного шару. Цей шар блокує газообмін між плодами та атмосферою, а також заважає випаровувати воду. Безпосередньо перед нанесенням цього захисного шару або навіть під час його нанесення часто застосовують різноманітні фунгіциди.

Такі речовини як метилжасмонова кислота, саліцилова кислота, хітозан, альгінат є індукторами системної набутої стійкості рослин до хвороб і також інколи використовуються для захисту плодів від хвороб зберігання. [1, 3].

Хітозан являє собою безпечну альтернативу замість синтетичних фунгіцидів у полуниці післязбиральних захворюваннях проти *B. cinerea* [3]. Захворюваність *Botrytis* (сіра цвіль) та загнивання полуниці починалися з 6-денного зберігання в холоді у не покритих фруктами та 1 % хітозановим покриттям. Полуниця, покрита 1,5 % та 2 % хітозану, зазнала впливу гниття мікробів на 9 день [4].

Дослідження *in vivo* показали, що обробка хітозаном в концентрації 0,5 або 1 % ефективно впливала на поразку гангреною бульб картоплі,

Василишина О. В.

інокульованої суспензією спор *Ph. Exigua* [5].

Було виявлено, що загальна кількість мезофільних аеробних бактерій в черешні, покритої хітозаном, була нижче обумовленої кількості, тоді як в контрольній групі вона становила  $2,74 \log \text{ КУО/г}$  при  $4^\circ\text{C}$ . [6].

Покриття фініків альгінатом кальцію (1–5 %) та зберігання за температури  $4^\circ\text{C}$  сприяло зменшенні кількості загнивших плодів [3].

**Мета дослідження.** Вивчити вплив обробки полісахаридних композицій на мікрофлору плодів вишні після зберігання.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження проводилися на протязі 2016–2019 років на базі дослідної станції помології імені Л.П. Симиренка ІС НААН з плодами вишні сортів Альфа. Для досліджень 15 дерев кожного сорту за день до збирання врожаю обприскували розчином  $100 \text{ мг/л}$  саліцилової кислоти; 1% хітозану з саліциловою кислотою ( $100 \text{ мг/л}$ ). Після доби плоди знімали у споживчій стадії стиглості з чотирьох різних місць крони з кожного дерева певного сорту та виду обробки, закладали в ящики №5 вагою 5 кг на зберігання при температурі  $1\pm 0,5^\circ\text{C}$  та відносної вологості повітря  $95\pm 1\%$ . За контроль приймали необроблені плоди вишні.

Відібрані плоди вишні промивали водою та занурювали в 5 % розчини альгінату натрію на 1–2 хвилини, щоб забезпечити рівномірність покриття за варіантами: без обробки (контроль) та оброблені розчинами альгінату натрію 5 % концентрації. Після цього плоди сушили протягом 30 хв, шляхом обдування повітрям, створеного штучно вентилятором при  $25^\circ\text{C}$ , упаковували і зберігали при температурі  $1\pm 0,5^\circ\text{C}$  та відносної вологості повітря  $95\pm 1\%$ .

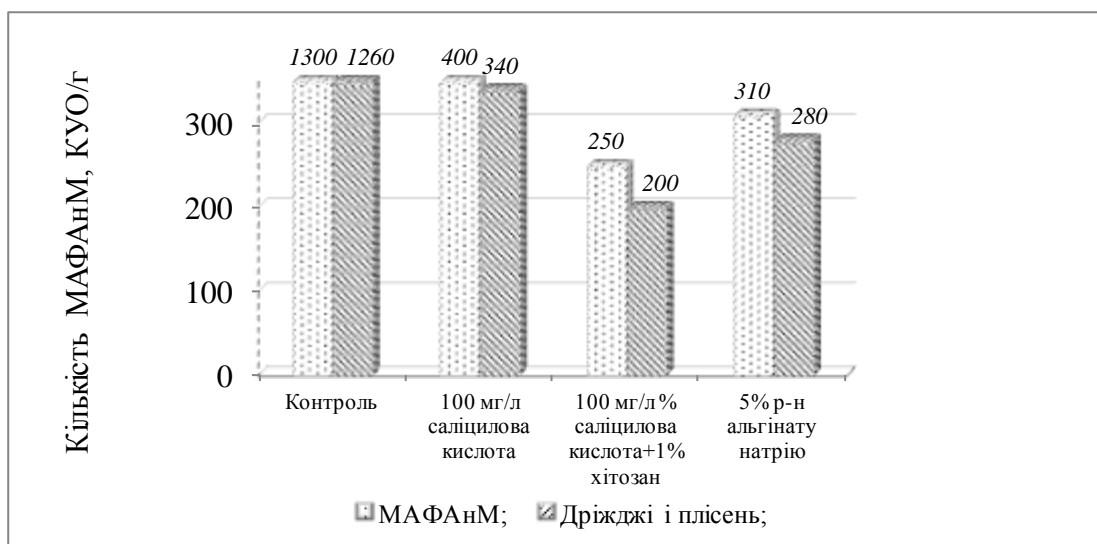
Мікробіологічний контроль здійснювали за показниками, які рекомендуються стандартами, а саме:

- кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) за ГОСТ 10444.15 [7];

- плісняві гриби та дріжджі за ГОСТ 10444.12 [8].

Аналізи проводили чашковим методом кількісного обліку на твердих живильних середовищах. Загальну кількість бактерій визначали на м'ясо-пептонному агарі, кількість плісневих грибів та дріжджів – на сусло-агарі. Посіви на м'ясо-пептонному агарі термостатували при температурі  $30^\circ\text{C}$  – 72 год, на сусло-агарі  $24\text{...}26^\circ\text{C}$  до 14 діб.

**Результати дослідження і їх обговорення.** В свіжих плодах вишні після зберігання середня кількість епіфітної мікрофлори знаходилась на рівні  $1,1 \cdot 10^3 \text{ КУО/г}$  (рис. 1).



**Рис.1** Середній кількісний і якісний склад епіфітної мікрофлори на поверхні плодів вишні після зберігання ( $НІР_{05МАФАнМ} = 17,5$ ;  $НІР_{05дріжджі} = 36$ )

Після зберігання її кількість збільшилась до  $1,3 \cdot 10^3$  КУО/г. Обробка плодів вишні розчином хітозану із саліциловою кислотою дала змогу зменшити чисельність зростання МАФАнМ в 5,2 рази, що істотно, порівняно із контролем. Зменшення кількості МАФАнМ на плодах вишні за обробки композицією хітозану із саліциловою кислотою можна пояснити тим, що до складу композиції входить хітозан, який проявляє антибактеріальні властивості. Позитивно заряджені аміногрупи на хітозані зв'язуються з негативно зарядженими карбоксильними групами на мембрані бактеріальної клітини, змінюючи розподілення заряду на поверхні клітини, що призводить до порушення стабільності мембрани [6].

Обробка плодів вишні альгінатом натрію сприяла зменшенню чисельності епіфітної мікрофлори в 4,2 раз.

Попередня обробка плодів вишні перед зберіганням сприяла призупиненні росту дріжджів і плісняви. В контрольному варіанті їх кількість знаходилась на рівні  $1,26 \cdot 10^3$  КУО/г. В дослідних варіантах вона зменшилась у 3,7–6,3 раз. Найменша кількість залишалась у плодів вишні, оброблених розчином хітозану із саліциловою кислотою.

Також зменшення кількості дріжджів і плісені в плодах черешні покритої алое-вера відмічено Martinez-Romero et al. (2006) [9]. Ghasemnezhad et al. (2013) [10] відзначив, що обробка 1% розчином хітозану знизила ріст грибків, порівняно із контрольним варіантом [3, 4, 11, 12, 13].

В кінці зберігання плодів вишні чисельність мікроорганізмів не перевищувала норму, передбачену стандартом. Після зберігання, було виявлено переважно грибку флору родів *Monilia* та пов'язану з нею захворювання моніліоз.

Василишина О. В.

Викликана грибком *Pseudomonas syringae* рід *Monilia* спричиняє бурю гниль. Виникнення гнилі та її вплив на якість вишні залежить від сорту та ступеню досягання плодів [2].

**Висновки і перспективи.** Отже, використання перед зберіганням плодів вишні саліцилової кислоти в поєднанні з хітозаном, дало змогу зменшити чисельність зростання МАФАНМ в 5,2 рази, дріжджів і

плісняви в 6,3 раз порівняно з необробленими плодами.

Зважаючи на високий відсоток псування плодів після збирання транспортування та зберігання, перспективою подальших досліджень буде продовження досліджень із впливу їх післязбиральної обробки харчовими плівками на їх мікробіологічний склад протягом зберігання.

### Список використаних джерел

1. Акулов О.Ю. Хвороби зберігання та пов'язані з ними проблеми якості продукції. Сучасний сад та його інтегрований захист. Пропозиція. Київ: ТОВ «Юнівест Медіа». 2012. 4, С. 34–42.

2. Wani A. A., Singh P., Gul K., Wani M., Langowski H.C. Sweet cherry (*Prunus avium*): Critical factors affecting the composition and shelf life. Food Packaging and Shelf Life. 2014. Vol.1. 86-89. 2. 10.1016/j.fpsl.2014.01.005.

3. Samra N.R., Ameer M. S., Basma T. E. Maintaining storability of brahee date palm fruits with postharvest edible coating by using alginate salts. Journal of Plant Production. 2019. Vol. 10 (12):983 -993.

4. Nasrin T., Rahman Md. M., Islam M., Arfin M.. Postharvest quality response of strawberry with novel aloe vera gel coating during refrigerated storage Journal of horticultural science and biotechnology. 2017. Vol. 92 (6). P. 598-605.

5. Моххамед С.Р., Еськов И.Д. Использование хитозана против фомоза (гангрены) картофеля при хранении. Аграрный научный журнал. 2020.1. С.17–21

6. Tokatlı K., Demirdove A. Effects of chitosan edible film coatings on the physicochemical and microbiological qualities of sweet cherry (*Prunus avium* L.) Scientia Horticulturae. 2020. Vol. 259(3). 108656.

7. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов: ГОСТ 10444.15. Москва. Стандартинформ. 2010. 7 с.

8. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов: ГОСТ 10444.12-2013. Москва. Стандартинформ. 2014.

9. Martinez-Romero D., Alburquerque N., Valverde J.M., Guillén F.S., Castillo S., Valero D., Serrano M. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: a new edible coating. Postharvest Biol. Technol., 39 (1) (2006), pp. 93–100.

10. Rassa M., Ghasemnezhad M., Zareh S., Sajedi R.H. Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (*Punica granatum* L. Cv. *Tarom*) at cold storage temperature. Journal Science of Food and Agriculture. 2013. 93 (2). pp. 368-374.

11. Arceo-Martínez Ma, Jimenez Mejia R., Salgado-Garciglia R., Santoyo G., López-Meza J., Loeza-Lara P. In vitro and in vivo antifungal effect of chitosan on post-harvest strawberry pathogens. Agrociencia. 2019. 53. 1297.

12. Díaz-Mula H.M., Serrano M., Valero D. Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. Food and Bioprocess Technology 2012. 5 (8). pp. 2990–2997.

13. Vasylyshyna O.V. The quality of sour cherry fruits (*Prunus cerasus* L.), treated with chitosan solution before storage. Acta agriculturae Slovenica. 2018. Vol.111(3). P.633–637.

### References

1. Akulov O.Yu. (2012). Storage diseases and related product quality problems. Modern

Василишина О. В.

garden and its integrated protection. Offer. Kyiv: Univest Media LLC. 4, pp. 34–42.

2. Wani A. A., Singh P., Gul K., Wani M., Langowski H.C. (2014). Sweet cherry (*Prunus avium*): Critical factors affecting the composition and shelf life. Food Packaging and Shelf Life. Vol.1. 86–89.

3. Samra N.R., Ameer M. S., Basma T. E. (2019). Maintaining storability of brahee date palm fruits with postharvest edible coating by using alginate salts. Journal of Plant Production. Vol. 10 (12):983 –993.

4. Nasrin T., Rahman Md. M., Islam M., Arfin M.. (2017). Postharvest quality response of strawberry with novel aloe vera gel coating during refrigerated storage Journal of horticultural science and biotechnology. Vol. 92 (6). P. 598-605.

5. Mohhamed S.R., Yeskov I.D. (2020). The use of chitosan against phomosis (gangrene) potatoes during storage. Agricultural scientific journal. 1. P.17–21

6. Tokatlı K., Demirdove A. (2020). Effects of chitosan edible film coatings on the physicochemical and microbiological qualities of sweet cherry (*Prunus avium* L.) Scientia Horticulturae. Vol. 259(3). 108656.

7. Food products. Methods for determining the amount of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms: GOST 10444.15. Moscow. Standartinform. 2010.7 p.

8. Microbiology of food and animal feed. Methods for detecting and counting the number of yeast and molds: GOST 10444.12-2013. Moscow. Standartinform. 2014.

9. Martinez-Romero D., Alburquerque N., Valverde J.M., Guillén F.S., Castillo S., Valero D., Serrano M. (2006). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: a new edible coating. Postharvest Biol. Technol. 39 (1) pp. 93–100.

10. Rassa M., Ghasemnezhad M., Zareh S., Sajedi R.H. (2013). Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (*Punica granatum* L. Cv. Tarom) at cold storage temperature. Journal Science of Food and Agriculture. 93 (2). pp. 368–374.

11. Arceo-Martínez Ma, Jimenez Mejia R., Salgado-Garciglia R., Santoyo G., López-Meza J., Loeza-Lara P. (2019). In vitro and in vivo anti-fungal effect of chitosan on post-harvest strawberry pathogens. Agrocienca. 53. 1297.

12. Díaz-Mula H.M., Serrano M., Valero D. (2012). Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. Food and Bioprocess Technology 5 (8). pp. 2990–2997.

13. Vasylyshyna O.V. (2018). The quality of sour cherry fruits (*Prunus cerasus* L.), treated with chitosan solution before storage. Acta agriculturae Slovenica. Vol.111(3). P.633–637.

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОВ ВИШНИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОЛИСАХАРИДНЫМИ КОМПОЗИЦИЯМИ

Е. В. Василишина

**Аннотация.** В статье показано влияние обработки полисахаридными композициями на микрофлору плодов вишни после хранения. Исследования проводились в течение 2016-2019 годов на базе опытной станции pomологии имени Л.П. Симиренко ИС НААН с плодами вишни сортов Альфа, которые за день до сбора урожая опрыскивали раствором 100 мг/л салициловой кислоты 1 % хитозана с салициловой кислотой (100 мг/л). Отобранные плоды вишни промывали водой и погружали в 5 % растворы альгината натрия.

После хранения количество эпифитной микрофлоры на плодах увеличилась до  $1,3 \cdot 10^3$  КОЕ/г. Опрыскивание плодов вишни раствором хитозана с салициловой кислотой позволило уменьшить численность роста МАФАНМ в 5,2 раза по

Василишина О. В.

сравнению с контролем. Обработка плодов вишни альгинатом натрия способствовала уменьшению численности эпифитной микрофлоры в 4,2 раз.

Предварительная обработка плодов вишни перед хранением способствовала приостановке роста дрожжей и появления плесени. В контрольном варианте их количество находилось на уровне  $1,26 \cdot 10^3$  КОЕ/г. В опытных вариантах она уменьшилась в 3,7–6,3 раз. Наименьшее количество оставалось у плодов вишни, обработанных раствором хитозана с салициловой кислотой.

Несмотря на высокий процент порчи плодов после сбора, транспортировки и хранения, перспективой дальнейших исследований будет продолжение исследований по использованию послуборочной обработки плодов полисахаридными композициями на их микрофлору при хранении.

**Ключевые слова:** плоды вишни, эпифитная микрофлора, альгинат натрия, хитозан, салициловая кислота

## MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF SOUR CHERRY FRUITS PRE-PROCESSED BY POLYSACCHARIDIC COMPOSITIONS

O. V. Vasylyshyna

**Abstract.** *The article shows the effect of processing polysaccharide compositions on the microflora of cherry fruits after storage. The research was conducted during 2016–2019 on the basis of the research station of pomology named after L.P. Symyrenko IS NAAS with the fruits of Alpha varieties of cherries, which were sprayed with a solution of 100 mg/l of salicylic acid the day before harvest; 1 % chitosan with salicylic acid (100 mg/l). Selected cherries were washed with water and immersed in 5 % sodium alginate solution.*

*After storage, the amount of epiphytic microflora increased to  $1,3 \cdot 10^3$  CFU/g. Spraying cherry fruits with a solution of chitosan with salicylic acid made it possible to reduce the growth rate of MAFAnM by 5,2 times compared to the control. Treatment of cherry fruits with sodium alginate helped to reduce the number of epiphytic microflora by 4,2 times.*

*Pre-treatment of cherries before storage helped to stop the growth of yeast and the appearance of mold. In the control version, their number was at the level of  $1,26 \cdot 10^3$  CFU/g. In the experimental variants, it decreased by 3,7–6,3 times. The smallest amount remained in cherry fruits treated with a solution of chitosan with salicylic acid.*

*Given the high percentage of spoilage of fruits after harvest, transportation and storage, the prospect of further research will be to continue research on the use of post-harvest treatment of fruits with polysaccharide compositions on their microflora during storage.*

**Key words:** *cherry fruits, epiphytic microflora, sodium alginate, chitosan, salicylic acid*

**ЯРУСНА МІНЛИВІСТЬ МОРФОМЕТРИЧНИХ І ФІТОХІМІЧНИХ  
ОЗНАК ЛИСТКІВ *BETULA PENDULA* ROTH.****А. Ф. ЛІХАНОВ**, кандидат біологічних наук, доцент*Національний університет біоресурсів і природокористування України***Н. В. МІРОШНИК**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник*ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»***М. О. ШЕВЧУК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент*Національний університет біоресурсів і природокористування України***М. Ю. ДУБЧАК**, кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач*Національний університет біоресурсів і природокористування України***М. Ю. МАЗУРА**, кандидат біологічних наук, науковий співробітник*ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»**E-mail: likhanov.bio@gmail.com*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.016>

**Анотація.** Морфометричні показники листків *Betula pendula* Roth. вимірювали за допомогою спеціалізованої програми для обробки цифрових зображень. Кількісні показники вмісту в листках загальних фенолів, катехинів і флавоноїдів визначали спектрофотометричними методами.

Встановлено, що листки *B. pendula* у центральній частині крони були найменшими за лінійними розмірами і площею. Ярусна залежність параметрів листків (довжина і ширина листкової пластинки, площа) описується логнормальною функцією з точністю апроксимації від 0,955 до 0,996.

Розподіл фенольних сполук у тканинах листків був відносно рівномірним. Просторовий розподіл флавоноїдів у листках мав обернену залежність, яка описується лінійною функцією. Різниця між максимальною і мінімальною кількістю складала 25%. Концентрація катехинів навпаки прямо залежала від висоти ярусу крони. На верхівці крони цей показник досягав 48 мг/г сирової маси, у нижній частині крони він був майже удвічі меншим. Виявлено обернений зв'язок між висотою ярусу крони і відношенням вмісту в листках флавоноїдів до катехинів, що вказує на перевагу у вторинному метаболізмі синтезу катехинів, нагромадження яких у листках тісно пов'язане з розташуванням метамерів у кроні. Показано, що вертикальна, або метамерна і фітохімічна ярусна мінливість листків *B. pendula* за показниками вмісту фенольних сполук є результатом пристосування рослини до градієнту абіотичних чинників.

Висловлено припущення, що для інтродуцентів роду *Betula* L., за умов стабільно активного росту і розвитку, показники ярусної мінливості листків може

Ліханов А. Ф., Мірошник Н. В., Шевчук М. О., Дубчак М. Ю., Мазура М. Ю.

бути показником інтродукційного потенціалу рослин, який дозволяє робити певні прогнози щодо їхнього поширення.

**Ключові слова:** деревні рослини, катехіни, вторинні метаболіти, феноли, флавоноїди, урбофітоценози

**Актуальність.** Для пристосування до певних кліматичних умов і різноманітних погодних аномалій рослини здатні синтезувати широкий спектр низькомолекулярних органічних сполук, які відносяться до класу вторинних метаболітів (ВМ) (Семенов, 2000; Запрометов, 1993). ВМ виконують різноманітні функції у внутрішньоклітинних процесах, забезпечують екофізіологічну стабільність і життєздатність рослинного організму, є складовими екологічних взаємодій на рівні організму, популяції та екосистеми (Харборн, 1985; Seigler et al., 1976).

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Варіативність форми листової пластинки *Betula pendula* Roth. вже давно і успішно використовується як індикатор стану навколишнього середовища (Іванов и др., 2009). За даними Кавеленової зі співавторами (Кавеленова и др., 2001) кількість водорозчинних фенолів у листках *B. pendula* має сезонну динаміку з максимумом у першій-другій декаді травня, дещо зниженою кількістю до середини червня з поступовим збільшенням наприкінці вегетаційного періоду. У межах одного рослинного організму індивідуальна

різниця якісного і кількісного біохімічного складу зазвичай має функціональне значення та пов'язана з тканиноспецифічністю органів, або з зовнішніми чинниками, які викликають у рослин відповідні фізіологічні реакції. Вертикальна фітохімічна варіабельність листків деревних видів розкриває екологічну пластичність рослин, яка в цілому реалізується в межах певного ареалу. Важливість просторового розподілу певного класу сполук і окремих речовин вторинного метаболізму в першу чергу обумовлена їхнім функціональним значенням, що важливо для оцінки адаптивного потенціалу рослин, відбору селекційного матеріалу для мікроклонального розмноження і плантаційного лісовирощування.

**Мета дослідження.** Вивчити особливості вертикальної (ярусної) мінливості морфометричних показників і вмісту фенольних сполук у листках рослин *B. pendula* в умовах лісових і паркових фітоценозів м. Києва.

**Матеріали і методи дослідження.** Морфометричний аналіз і дослідження якісного складу ВМ листків *B. pendula* проводили у 2019 р. З п'яти дерев, що ростуть в умовах Голосіївського

Ліханов А. Ф., Мірошник Н. В., Шевчук М. О., Дубчак М. Ю., Мазура М. Ю.

парку ім. Максима Рильського ( $n = 3$ ) та Національного природного парку «Голосіївський» ( $n = 2$ ) (м. Київ), зі східної зовнішньої частини крони генеративних рослин за допомогою секатора, закріпленого на телескопічній штанзі довжиною 3,5 м, відбирали сформовані листки на висоті – 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 м. Кількість листків для морфометричного аналізу за кожним ярусом – 25 шт. Всього було проаналізовано – 125 листків. Для фітохімічних досліджень використовували середню частину листової пластинки. Екстракцію виконували метанолом ( $v/v = 1:10$ ).

*Кількісне визначення вмісту загальних фенолів.* Загальний вміст фенольних сполук у листках і деревині визначали спектрофотометричним методом (СФ Optizen Pop, Південна Корея) за допомогою реактиву Фоліна-Чекольтеу (Сибгатуллина, 2011). Калібрувальний графік будували за гисловою кислотою.

*Кількісне визначення вмісту флавоноїдів.* Кількісний вміст флавоноїдів у рослинному матеріалі визначали спектрофотометричним методом (СФ Optizen Pop, Південна Корея) за  $\lambda = 419$  нм. До 300 мкл екстракту послідовно додавали 200 мкл 0,1М розчину хлориду алюмінію ( $AlCl_3$ ) і 300 мкл 1М ацетату натрію ( $CH_3COONa$ ). Калібрувальний графік

будували за кверцетином (Sigma, Germany).

*Кількісне визначення вмісту катехинів.* Уміст катехинів визначали за реакцією на ваніліновий реактив. До 100 мкл екстракту поступово додавали 900 мкл метанолу, 2,5 мл 1 % розчину ваніліну та 2,5 мл 9 Н  $H_2SO_4$  в метанолі. Визначення оптичної густини ( $D$ ) реакційної суміші проводили через 30 хв за  $\lambda = 500$  нм. Повторність фітохімічних досліджень – 5-ти кратна.

Морфометричний аналіз просканованих листків виконували в спеціалізованій програмі Image Pro-Premier 9.1 (Media Cybernetics, USA). Визначали параметри максимальної довжини, ширини, площі листової пластинки та їхнє співвідношення. Регресійний аналіз проводили за допомогою програми Sigma Plot 12.0 (Systat Software, Inc., 2011).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Для розуміння динаміки вмісту ВМ у рослин необхідно враховувати вік рослини, період вегетації та її загальний стан. Також важливо виявляти чинники, що безпосередньо впливають на морфогенез, регуляторні функції і поділ клітин.

В аспекті вертикальної мінливості важливо розуміти як відбувається розподіл продуктів вторинного синтезу, оскільки вони забезпечують системну стійкість рослини особливо в

Ліханов А. Ф., Мірошник Н. В., Шевчук М. О., Дубчак М. Ю., Мазура М. Ю.

стресових умовах, а також у випадках порушення цілісності тканин і органів. Як показали наші дослідження, морфометричні параметри листків *B. pendula* суттєво залежать від розташування в просторі крони. Цей вид світлолюбний і має ажурну крону, що дозволяє відносно рівномірно розподіляти світлову енергію. Завдяки цьому в межах крони окремих дерев гетерогенність середовища за режимом

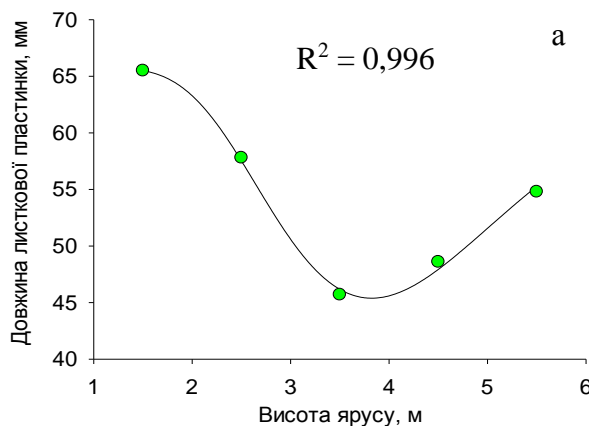
освітленості дещо нівелюється, що зменшує його вплив на морфогенез. Однак, нами встановлено, що у центральній частині крони досліджених рослин листки були меншими за лінійними розмірами і площею. Ярусна залежність морфометричних показників (довжина і ширина листкової пластинки, площа) описувалась логнормальною функцією виду:

$$f = y_0 + a \cdot \exp \left[ -0,5 \left( \frac{x-x_0}{b} \right)^2 \right],$$

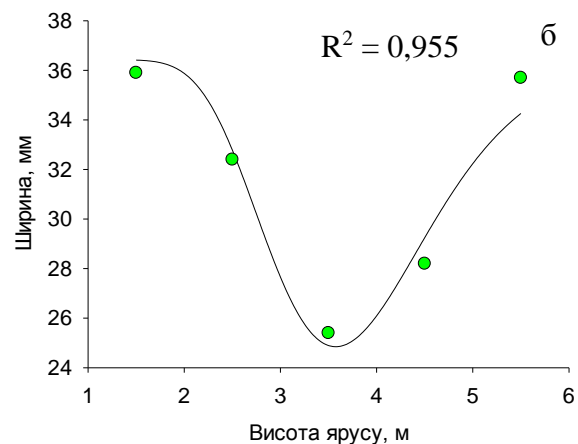
де,  $y_0$  – значення морфометричного показника листка, що відповідає нижньому ярусу крони дерев,  $a$  – коефіцієнт, який визначає амплітуду загальної варіабельності досліджуваного параметру,  $x_0$  – висота крони, де певний показник досягає критичних значень (для лінійних параметрів умовна межа, яка ділить крону на верхню і нижню зони, за динамікою ярусної мінливості морфометричних показників листків),  $b$  – коефіцієнт, що визначає швидкість зміни певного показника залежно від висоти крони.

Точність апроксимації ( $R^2$ ) залежності морфометричних параметрів листків від їхнього розташування в кроні дерева дозволяє розглядати логнормальною функцією як модель, що достатньо точно описує закономірність.

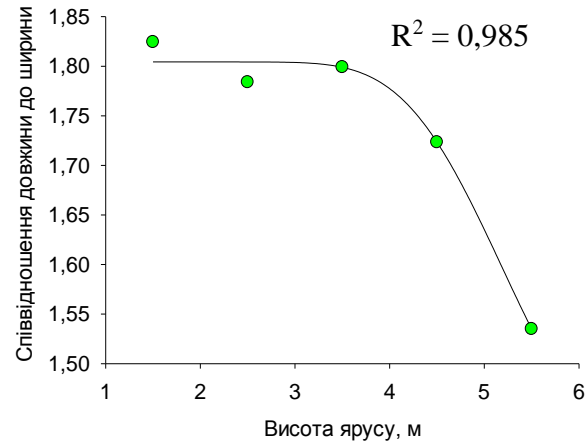
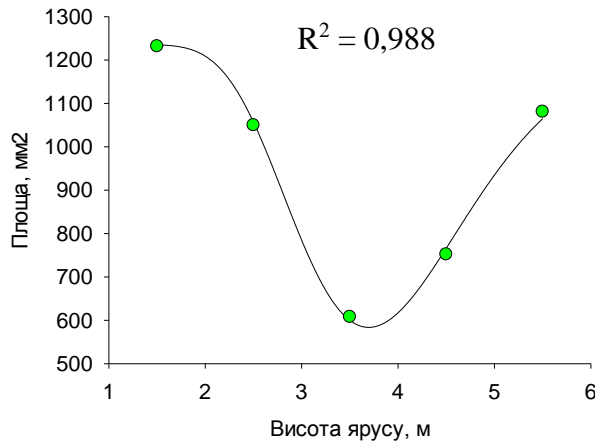
На висоті 2,5 м довжина і ширина листкових пластинок зменшувалась на 30% (рис. 1, а-б). Площа листків одночасно могла зменшуватись до 50% (рис. 1, в).



В



Г



### 1. Залежність параметрів листкових пластинок від висоти ярусу крони генеративних дерев *B. pendula*

Вище за висотою ярусу крони параметри листків поступово зростали, але швидше збільшувалась ширина пластинки. На графіку (рис. 1, г) чітко виділяється стрімке зменшення показника співвідношення довжини до ширини листкової пластинки на висоті 4,5 м. Такий ефект пов'язаний з особливостями розвитку тканин листка і, в першу чергу, активністю меристем. Уповільнення росту листка в довжину свідчить про домінування росту бічних жилок і безпосередньо пов'язаних з ними маргінальних меристем над центральною жилкою, перенос поживних речовин і гормонів у якій пов'язаний з загальною транспортною системою рослини. У той час як клітини маргінальної меристеми частково автономні і здатні компенсувати нестачу необхідних пластичних речовин, зокрема

вуглеводнів і амінокислот через фотопродукцію в мезофілі.

Виявлена тенденція зазвичай свідчить про дефіцит елементів живлення і транзитних гормонів, зокрема цитокінінів, які також відповідальні за регуляцію поділу клітин. Переважна більшість цих проблем обумовлена станом кореневої системи, яка в міських системах часто суттєво страждає через вібрацію дорожнього покриття, ущільнення ґрунту і токсичність засобів для боротьби з ожеледдю і снігом. Оскільки рослини *B. pendula* мають широку екологічну валентність, невибагливі до якості ґрунту і достатньо добре ростуть на кам'янистих і збіднених ґрунтах, головною причиною вищезначених явищ може бути натрієва засоленість ґрунту.

Крутизна кривої зменшення показника співвідношення лінійних

Ліханов А. Ф., Мірошник Н. В., Шевчук М. О., Дубчак М. Ю., Мазура М. Ю.

розмірів листків за ярусами крони рослин у паркових насадженнях може вказувати на інтенсивність дії стресового чинника (табл. 1). Обрана математична модель доволі проста і дозволяє опосередковано оцінювати загальний стан рослини і, зокрема, кореневої системи.

За сприятливих умов росту і розвитку листки *B. pendula* також, як і *Aesculus hippocastanum* L. (Ліханов та

ін., 2016) накопичують фенольні сполуки, переважна більшість яких представлена танінами з високою молекулярною масою та значним антиоксидантним потенціалом. Дослідження специфіки розподілу фенольних сполук у тканинах листків показали, що їхня концентрація в межах листової пластинки є відносно рівномірною.

### 1. Коефіцієнти функцій і точність апроксимації, що описують ярусну мінливість морфометричних показників листків рослин *B. pendula*

Показник	Коефіцієнт	Значення коефіцієнта	t	P
Довжина (Д)	a	$-81,825 \pm 5,411$	-15,123	0,04
	b	$0,316 \pm 0,024$	12,920	0,05
	x <sub>0</sub>	$4,224 \pm 0,091$	46,198	0,01
	y <sub>0</sub>	$65,752 \pm 1,101$	59,713	0,01
Ширина (Ш)	a	$-42,551 \pm 9,601$	-4,432	0,14
	b	$0,235 \pm 0,058$	4,036	0,16
	x <sub>0</sub>	$3,779 \pm 0,197$	19,226	0,03
	y <sub>0</sub>	$36,425 \pm 1,923$	18,944	0,03
Площа (S <sub>L</sub> )	a	$-2481,874 \pm 122,350$	-20,285	0,03
	b	$0,243 \pm 0,014$	17,526	0,04
	x <sub>0</sub>	$3,921 \pm 0,045$	87,703	0,01
	y <sub>0</sub>	$1235,722 \pm 24,476$	50,488	0,01
Відношення довжини до ширини (Д/Ш)	a	$-2,610 \pm 14,534$	-0,1796	0,88
	b	$0,218 \pm 0,574$	0,3799	0,77
	x <sub>0</sub>	$6,936 \pm 12,078$	0,5743	0,67
	y <sub>0</sub>	$1,804 \pm 0,020$	88,437	0,01

У *B. pendula* просторовий розподіл флавоноїдів у листках має обернену залежність, яка описується лінійною функцією (рис. 2, а).

Різниця між максимальною і мінімальною кількістю складає 25 %. Концентрація катехінів навпаки прямо залежала від висоти ярусу крони. На вершині крони цей показник досягав 48

мг/г сирої маси, у нижній частині крони він був майже удвічі меншим (рис. 2, б).

Ярусна мінливість показників сумарного вмісту фенолів у листках була нелінійною (рис. 2, в).

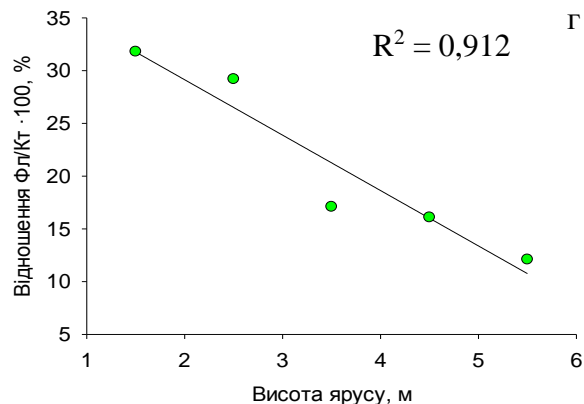
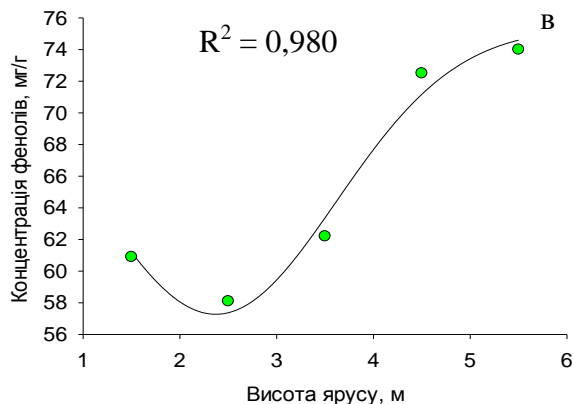
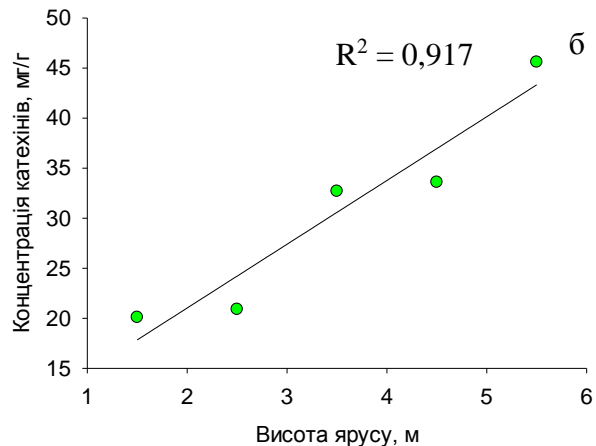
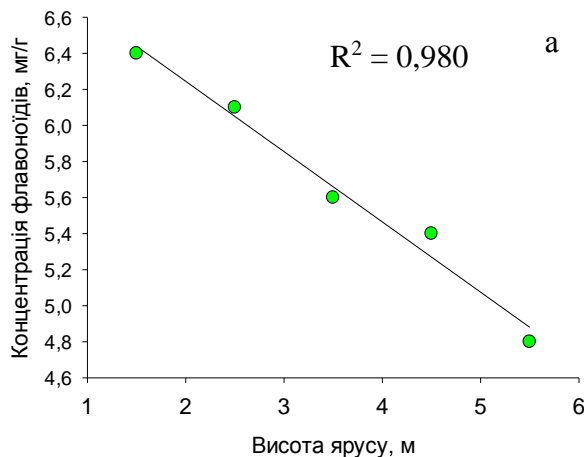
Складний характер їхнього накопичення в листках може бути пов'язаний з дією комплексу чинників,

Ліханов А. Ф., Мірошник Н. В., Шевчук М. О., Дубчак М. Ю., Мазура М. Ю.

що потребує додаткових досліджень, тому придатнішим для інтерпретації є лінійні процеси вздовж градієнту вимірюваного параметру. Загальний стан рослинного організму характеризують кількісне і якісне співвідношення різних класів фенольних сполук у тканинах листків,

які є динамічними показниками екологічно обумовленої спрямованості вторинного метаболізму.

Виявлено обернений зв'язок між висотою ярусу крони і відношенням умісту в листках флавоноїдів до катехінів (рис. 4.6, г).



## 2. Ярусна залежність вмісту фенольних сполук у листках *B. pendula*

Цей факт указує на перевагу у вторинному метаболізмі синтезу катехінів, яка пов'язана з висотою положення метамерів у кроні (табл. 2). Катехіни (флаван-3-оли) відносяться до класу поліфенольних сполук, з

надзвичайно високою антиоксидантною активністю. В метаболічних ланцюгах інтенсивність їхнього синтезу є результатом конкуренції з ферментними системами поліфенолів іншого класу за субстрат.

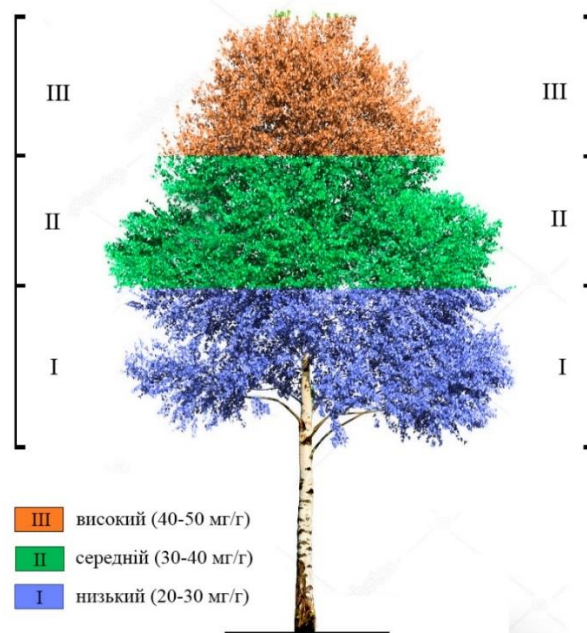
## 2. Коефіцієнти функцій і точність апроксимації, що описують ярусну мінливість фенольних сполук у листках *B. pendula*

Клас та співвідношення сполук	Коефіцієнт	Значення коефіцієнта	t	P	R <sup>2</sup>
Флавоноїди	y <sub>0</sub>	7,025 ± 0,121	57,892	0,0001	0,980
	a	-0,390 ± 0,032	-12,132	0,001	
Катехіни	y <sub>0</sub>	8,285 ± 4,191	1,9768	0,142	0,917
	a	6,370 ± 1,110	5,7375	0,011	
Відношення Фл/Кт	y <sub>0</sub>	39,635 ± 3,538	11,2038	0,0015	0,912
	a	-5,250 ± 0,937	-5,6021	0,0112	
Феноли	a	-18,090 ± 2,90	-6,2278	0,1014	0,980
	b	1,246 ± 0,318	3,9146	0,1592	
	x <sub>0</sub>	2,371 ± 0,175	13,5396	0,0469	
	y <sub>0</sub>	75,36 ± 2,899	26,0003	0,0245	

Тому підвищення кількості одного класу речовин за умов незмінної кількості спільного субстрату буде викликати зменшення іншого. Адитивний вплив підвищеної інсоляції і дефіциту вологи у верхніх ярусах призводить до нагрівання поверхні листків особливо у спекотні дні. Тому збільшення кількості катехінів у листках є захисною реакцією. Фенольні сполуки активно поглинають ультрафіолетові промені світла, нейтралізують надмірне утворення вільних радикалів, полімеризуються за участю ферментів. Форма і розміри клітин залежать від швидкості включення фенолів, зокрема

оксикоричних кислот у структури клітинних стінок рослин. Дефіцит вологи компенсується зменшенням розмірів клітин, формуванням товстішого шару кутикули і підвищеною лігніфікацією вторинних стінок клітин провідних і механічних тканин.

За кількісними показниками крони рослин *B. pendula*, як і *A. hippocastanum* (Ліханов та ін., 2016) умовно можна умовно поділити на три зони: нижню (I) – з низьким (20-30 мг/г), центральну (II) – середнім (30-40 мг/г) і верхню (III) – високим (40-50 мг/г) умістом катехінів і проантоціанідинів (рис. 3).



### 3. Вертикальний градієнт нагромадження катехинів у листках *B. pendula* в умовах урбофітоценозів

Закономірності вертикального розподілу різних класів фенольних сполук, зокрема проантоціанідинів і катехинів, є результатом реалізації індивідуальної адаптаційної стратегії рослини. Специфіка просторового розподілу ВМ також залежить від особливостей метаболізму, які притаманні виду, фізико-хімічними властивостями речовин, а також функціями, які ці речовини виконують у тканинах і органах. Висока вибіркова здатність до поглинання ультрафіолету визначає роль поліфенолів у забезпеченні стабільного функціонування фотосинтетичного апарату рослин, особливо на ранніх стадіях онтогенезу. Так, листки *B. pendula* реагують на підвищене УФ-В-випромінювання (315-280 нм)

посиленим синтезом похідних кверцетину (Keski-Saari et al. 2005). Під дією УФ-В у листках сіянців *B. pubescens* та *B. pendula* вміст флавонолу підвищується на 35% та 28% відповідно (Keski-saari, 2005). В умовах парнику в листках *B. pendula* під впливом УФ-В також збільшується вміст 3-галактозид, 3-рамнозид кверцетину, а також кверцетину 3-глюкозиду і глюкуроніду та кверцетину 3-арабінозиду (Tegelberg et al., 2001).

Відомо, що УФ-В опромінення в листках *B. pendula* стимулює активність нітратредуктази (НР) – ферменту, який бере участь у генерації NO (Zhang, 2011). Після опромінення у рослин *B. pendula* цей процес відбувається через експресію гену

Ліханов А. Ф., Мірошник Н. В., Шевчук М. О., Дубчак М. Ю., Мазура М. Ю.

NIA1 (Wilkinson, 1993). NO активізує систему захисних реакцій в рослинних клітинах як сигнальна молекула (Lozano-Juste, 2010). Внаслідок цього у клітинах збільшується кількість флавоноїдів (Zhang, 2011). Водночас існують різні дані відносно якісних і кількісних показників вмісту фенольних сполук у вегетативних органах. Так, фінськими дослідниками (Stark, 2008) виявлено достатньо високе коливання вмісту загальних фенолів у листках *B. pendula* протягом вегетаційного періоду. Уміст деяких флавоноїдів у популяціях також може суттєво коливатись. Також опубліковані дані, що протягом вегетаційного періоду в листках *B. pendula* збільшувалась концентрація розчинних проантоціанідинів, тоді як уміст галотанінів та флавоноїдних глікозидів, пов'язаних з клітинною стінкою, знижувався після завершення росту листків (Riipi, 2002).

Отже, вертикальна (ярусна) мінливість морфометричних параметрів і фізіологічного стану листків *B. pendula* є результатом пристосування рослини до градієнту зовнішніх чинників, а також природнього просторового розподілу необхідних базових ресурсів. Для інтродуцентів, за умов стабільно активного росту і розвитку рослин, значення ярусної мінливості може бути показником їхнього інтродукційного

потенціалу та дозволяє робити певні прогнози щодо їхнього можливого поширення.

### **Висновки і перспективи.**

Вертикальна (ярусна) мінливість параметрів листків (довжина, ширина та площа листкової пластинки) описується логнормальною функцією.

Індекс співвідношення вмісту флавоноїдів до загальних фенолів, і катехінів у рослин *B. pendula* має обернену залежність з висотою ярусу крони. Отже, основними протекторами і регуляторами надлишкової інсоляції, перепадів вологості і добової температури є гідролізовані та конденсовані таніни.

Флавоноїди, які синтезуються в листках у меншій кількості виконують регуляторні та репараційні функції, особливо у разі порушення цілісності тканин і органів. Амплітуда вертикальної мінливості рівня накопичення фенольних сполук у листках є показником загальної чутливості рослинного організму до абіотичних чинників, або їхньої адитивної дії.

Дослідження вертикальної (ярусної) мінливості листків рослин роду *Betula* L. є перспективними для визначення інтродукційного потенціалу видів і розробки прогнозів щодо їхнього поширення в умовах зміни клімату.

**Список використаних джерел**

1. Запромєтов М. Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функция в растениях: монографія. М. : Наука, 1993, 272 с.

2. Иванов В.П., Марченко С.И., Акименков Н. В. Использование асимметрии площадей листовых пластинок *Betula pendula* в качестве индикатора экологического состояния природной среды. Вестник МарГТУ. 2009. №3. С. 68-74.

3. Кавелєнова Л.М., Лищинская С.Н., Карандаєва Л.Н. Особенности сезонной динамики водорастворимых фенольных соединений в листьях березы повислой в условиях урбосреды в лесостепи (на примере Самары). Химия растительного сырья, 2001. №3. С. 91-96

4. Ліханов А. Ф., Пентелюк О. С., Григорюк І. П., Костєнко С. М. Просторова специфічність нагромадження фенолів у листках рослин гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.). Біоресурси і природокористування. 2016. Т.8. №3-4. С. 5-13.

doi: <http://dx.doi.org/10.31548/bio2016.03.001>

5. Методы определения редокс-статуса культивируемых клеток растений / (Г. В. Сибгатуллина, Л. Р. Хаертдинова, Е. А. Гумєрова и др.). Казань : Казанский (Приволжский) Федер. ун-т., 2011. 61 с.

6. Семенов А.А. Очерк химии природных соединений: монографія. Новосибирск: Наука. Сиб. изд. фирма, 2000. 664 с.

7. Харборн Д. Введение в экологическую биохимию: монографія. М.: Мир, 1985. 312 с.

8. Keski-Saari, S., Pusenius, J., Julkunen-Tiitto, R.. (2005) Phenolic compounds in seedlings of *Betula pubescens* and *B. pendula* are affected by enhanced UVB radiation and different nitrogen regimens during early ontogeny. Glob. Chang. Biol. Vol.11. P.1180-1194. doi: 10.1111/j.1365-2486.2005.00964.x

9. Lozano-Juste, J., Leon J. (2010) Enhanced abscisic acid-mediated responses in nia1nia2noa1-2 triple mutant impaired in NIA/NR- and AtNOA1-dependent nitric oxide

biosynthesis in *Arabidopsis*. Plant Physiol. Vol.152. P.891-903.

doi:10.1104/pp.109.148023

10. Riipi M., Ossipov V., Lempa K., Haukioja E., Koricheva J., Ossipova S., Pihlaja K. (2002) Seasonal changes in birch leaf chemistry: are there trade-offs between leaf growth and accumulation of phenolics? Oecologia. Vol.130. P. 380-390. doi:10.1007/s00442-001-0826-z

11. Seigler D.S., Price P.W. (1976) Secondary compounds in plants: primary functions. Am. Nat. Vol.110. P.101-105. <https://www.jstor.org/stable/2459879>

12. Stark S., Julkunen-Tiitto R., Holappa E., Mikkola K., Nikula A. (2008) Concentrations of Foliar Quercetin in Natural Populations of White Birch (*Betula pubescens*) Increase with Latitude Journal of Chemical Ecology. Vol. 34. P.1382-1391. doi:10.1007/s10886-008-9554-8

13. Tegelberg, R., Julkunen-Tiitto, R., Aphalo, P. J. (2001) The effects of long-term elevated UV-B on the growth and phenolics of field-grown silver birch (*Betula pendula*). Glob. Chang. Biol. Vol.7 P. 839-848. doi: 10.1046/j.1354-1013.2001.00453.x

14. Wilkinson, J.Q., Crawford N.M. (1993) Identification and characterization of chlorate-resistant mutant of *Arabidopsis thaliana* with mutations in both nitrate reductase structural genes NIA1 and NIA2. Mol. Gen. Genet. – Vol.239. – P.289-297. <https://doi.org/10.1007/BF00281630>

15. Zhang, M., Dong, J.-F., Jin, H.-H., Sun, L.-N., Xu, M.-J. (2011) Ultraviolet-B-induced flavonoid accumulation in *Betula pendula* leaves is dependent upon nitrate reductase-mediated nitric oxide signaling. Tree Physiology. Vol.31(8). P.798-807. doi:10.1093/treephys/tp1070

**References**

1. Zaprometov M. N. (1993) Fenolnye soedineniya. Rasprostranenie, metabolizm i funkczija v rasteniyakh. M.: Nauka, 272.

2. Ivanov V.P., Marchenko S.I., Akimenkov N. V. (2009) Ispolzovanie asimmetrii ploshhadej listovykh plastinok *Betula pendula* v kachestve indikatora ekologicheskogo sostoyaniya prirodnoj sredy. Vestnik MarGTU. No3. P. 68-74.

Ліханов А. Ф., Мірошник Н. В., Шевчук М. О., Дубчак М. Ю., Мазура М. Ю.

3. Kavelenova L.M., Lishhinskaya S.N., Karandaeva L.N. (2001) Osobennosti sezonnoj dinamiki vodorastvorimyykh fenolnykh soedinenij v listyakh berezy povisloj v usloviyakh urbosredy v lesostepi (na primere Samary). Khimiya rastitelnogo syrya. No 3. P. 91-96

4. Likhanov A. F., Pentelyuk O. S., Grigoryuk I. P., Kostenko S. M. (2016) Prostorova specifikhnost nagromadzhennya fenoliv u listkakh roslin girkokashtana zvizhajnoho (*Aesculus hippocastanum* L.). Bioresursi i prirodokoristuvannya. T.8 (3-4). P. 5-13.

doi:<http://dx.doi.org/10.31548/bio2016.03.001>

5. Metody opredeleniya redoks-statusa kultiviruemykh kletok rastenij (2011) / (G. V. Sibgatullina, L. R. Khaertdinova, E. A. Gumerova i dr.). – Kazan : Kazanskij (Privolzhskij) Feder. un-t., 61.

6. Semenov A.A. (2000) Oчерк khimii prirodnykh soedinenij. Novosibirsk: Nauka. Sib. izd. Firma, 664.

7. Kharborn D. (1985) Vvedenie v ekologicheskuyu biokhimiю. M.: Mir, 312.

8. Keski-Saari, S., Pusenius, J., Julkunen-Tiitto, R. (2005) Phenolic compounds in seedlings of *Betula pubescens* and *B. pendula* are affected by enhanced UVB radiation and different nitrogen regimens during early ontogeny. Glob. Chang. Biol., 11, 1180-1194. doi: 10.1111/j.1365-2486.2005.00964.x

9. Lozano-Juste, J., Leon J. (2010) Enhanced abscisic acid-mediated responses in nia1nia2noa1-2 triple mutant impaired in NIA/NR- and AtNOA1-dependent nitric oxide biosynthesis in Arabidopsis. Plant Physiol., 152, 891-903. doi:10.1104/pp.109.148023

10. Riipi M., Ossipov V., Lempa K., Haukioja E., Koricheva J., Ossipova S., Pihlaja K. (2002) Seasonal changes in birch leaf chemistry: are there trade-offs between leaf growth and accumulation of phenolics? Oecologia, 130, 380-390. doi:10.1007/s00442-001-0826-z

11. Seigler D.S., Price P.W. (1976) Secondary compounds in plants: primary functions. Am. Nat., 110, 101-105. <https://www.jstor.org/stable/2459879>

12. Stark S., Julkunen-Tiitto R., Holappa E., Mikkola K., Nikula A. (2008) Concentrations of Foliar Quercetin in Natural Populations of White Birch (*Betula pubescens*) Increase with Latitude Journal of Chemical Ecology., 34, 1382-1391. doi:10.1007/s10886-008-9554-8

13. Tegelberg, R., Julkunen-Tiitto, R., Aphalo, P. J. (2001) The effects of long-term elevated UV-B on the growth and phenolics of field-grown silver birch (*Betula pendula*). Glob. Chang. Biol., 7, 839-848. doi: 10.1046/j.1354-1013.2001.00453.x

14. Wilkinson, J.Q., Crawford N.M. (1993) Identification and characterization of chlorate-resistant mutant of Arabidopsis thaliana with mutations in both nitrate reductase structural genes NIA1 and NIA2. Mol. Gen. Genet., 239, 289-297. <https://doi.org/10.1007/BF00281630>

15. Zhang, M., Dong, J.-F., Jin, H.-H., Sun, L.-N., Xu, M.-J. (2011) Ultraviolet-B-induced flavonoid accumulation in *Betula pendula* leaves is dependent upon nitrate reductase-mediated nitric oxide signaling. Tree Physiology, 31(8), 798-807. doi:10.1093/treephys/tpr070

## LAYER VARIABILITY OF MORPHOMETRIC AND PHYTOCHEMICAL SIGNS OF *BETULA PENDULA* ROTH. LEAVES

A. F. Likhanov, N. V. Miroshnik, M. O. Shevchuk,  
M. Yu. Dubchak, M. Yu. Mazura

**Abstract.** Morphometric parameters of *Betula pendula* Roth. leaves were measured using a specialized program for digital image processing. Quantitative indicators of the

Ліханов А. Ф., Мірошник Н. В., Шевчук М. О., Дубчак М. Ю., Мазура М. Ю.

*content in the leaves of total phenols, catechins and flavonoids were determined by spectrophotometric methods.*

*It was found that the leaves of *Betula pendula* in the central part of the crown were the smallest in linear size and area. The tier dependence of morphometric parameters (length and width of leaf blade, area) was described by a lognormal function with an approximation accuracy of 0.955 to 0.996.*

*The distribution of phenolic compounds in leaf tissues was relatively uniform. The spatial distribution of flavonoids in the leaves had an inverse relationship, which was described by a linear function. The difference between the maximum and minimum number was 25%. The concentration of catechins, on the contrary, directly depended on the height of the tier of the crown. At the top of the crown, this figure reached 48 mg/g of raw weight, at the bottom of the crown it was almost twice as small.*

*An inverse relationship was found between the height of the crown layer and the ratio of flavonoids to catechins in the leaves, indicating predominance in the secondary metabolism of catechin synthesis, the accumulation of which in the leaves is closely related to the location of metamers in the crown. It is shown that the vertical or tier variability of morphometric parameters and the content of phenolic compounds of *Betula pendula* leaves is the result of plant adaptation to the gradient of abiotic factors.*

*It has been suggested that for introducers of the *Betula L.* genus, under conditions of stable active growth and development, the value of layer variability may be an indicator of the introductory potential of plants, which allows making certain predictions about the possibilities of their spread.*

**Key words:** *woody plants, secondary metabolites, catechins, phenols, flavonoids, urbophytocenosis*

## РОЛЬ ПРІСНОВОДНИХ МОЛЮСКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОГО РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНОГО БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА У ПОШИРЕННІ ПАРАЗИТАРНИХ ХВОРОБ

О. В. СЕМЕНКО, кандидат ветеринарних наук, доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Д. О. ВИШНЕВСЬКИЙ, завідувач наукового відділу

*Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник*

М. В. ГАЛАТ, кандидат ветеринарних наук, доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: galat\_mv@nubip.edu.ua*

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.017>

**Анотація.** *Екосистеми, які склалися в зоні відчуження після аварії на Чорнобильській атомній електростанції в 1986 році, мають ряд особливостей, що відрізняють їх як від об'єктів природно-заповідного фонду так і від територій з інтенсивним антропогенним навантаженням. Оцінка їх стійкості та ролі в збереженні біологічного різноманіття є предметом дискусій. Паразитарні системи є інформативним індикатором стану екосистем, який застосовується в зоні відчуження не широко. Нами було проведено дослідження водойм заплави р. Прип'ять на наявність збудників паразитарних хвороб. За результатами проведених досліджень вперше в Україні встановлено наявність личинкових стадій збудників трематодозів на різних стадіях їх розвитку (спороциста, редія, церкарій і метацеркарій), що паразитують в організмі прісноводних молюсків *Lymnaea stagnalis*, *Lymnaea (Radix) auricularis* і *Viviparus viviparus*.*

**Ключові слова:** *прісноводні молюски, збудники паразитарних хвороб, зона відчуження, Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник.*

**Актуальність.** Одним з найбільш явних та довготривалих наслідків аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) є створення зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відчуження. Тут негативний вплив радіоактивного забруднення на людину та навколишнє середовище проявив себе максимально. Це призвело до евакуації населення та згортання господарської діяльності на

площі 2 600 км<sup>2</sup>. На 90-95% цієї території відсутня систематична діяльність людини і режим дорівнює заповідному (Balashov et. al., 1992).

Екосистеми, які сформувалися в зоні відчуження знаходяться під впливом ряду ключових факторів – радіоактивного забруднення, сукцесії, заповідання та змін клімату.

Характерною особливістю радіоактивного забруднення чорнобильського походження є

Семенко О. В., Вишневецький Д. О., Галат М. В.

просторова неоднорідність щільності, радіонуклідного складу та фізико-хімічних форм випадіння. Переважна частина радіонуклідів знаходилась у складі «гарячих часток». Найбільш крупні «гарячі частки» випали в ближній зоні. Забруднення переважної частини території зони формувалось дрібнодисперсною

фракцією «гарячих часток». У формі радіоактивного забруднення за межами зони відчуження домінує конденсаційна компонента. На сьогодні радіаційна обстановка формується наступними елементами: Cs<sup>137</sup>, Sr<sup>90</sup>, Pu (ізотопи 238, 239, 240), Am<sup>241</sup>. Радіоактивне забруднення водойм наведено в таблиці 1.

**1. Об'ємна активність радіонуклідів <sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr у воді деяких водотоків та водойм зони відчуження, кБк/м<sup>3</sup> [2]**

Об'єкт та пункт контролю	<sup>137</sup> Cs						<sup>90</sup> Sr		
	Завись			Розчин			Мін.	Макс.	Середня
	Мін.	Макс.	Середня	Мін.	Макс.	Середня			
р. Прип'ять - с. Усів	0,004	0,04	0,02	0,005	0,11	0,03	0,01	0,05	0,03
р. Прип'ять – м. Чорнобиль	0,003	0,07	0,02	0,006	0,15	0,04	0,03	0,26	0,09
р. Уж - с. Черевач	0,002	0,05	0,01	0,003	0,10	0,04	0,03	0,25	0,08
р. Брагінка – дамба № 39	0,008	0,48	0,06	0,78	8,3	3,0	0,84	4,8	2,3
р. Сахан – с. Новошепеличі	0,004	0,05	0,02	0,10	0,94	0,26	0,42	1,5	0,88
Красненський старик	0,01	0,16	0,05	0,2	3,2	1,5	14	40	23
оз. Глибоке	0,03	0,68	0,17	2,8	16	7,6	11	150	88

Ефект сукцесії проявляється в тому, що значна частина водних та наземних екосистем станом на 1986 рік представляло собою штучні чи напівштучні системи, які знаходились під регулюючим контролем з боку людини. Це агроландшафти, монокультурні ліси, гідромеліоративні системи, колишні населенні пункти. Зняття регулюючого контролю призвело до включення природних механізмів

динаміки в т.ч. катастрофічних (пожежі, спалахи чисельності, повені тощо) (Vishnevskiy, 2004) . Тобто значна частина екосистем знаходиться в стані далекому від рівноваги, де активно ідуть процеси сукцесії.

Ефект заповідання є результатом радикального скорочення господарської діяльності та створення жорсткого режиму охорони. Збільшення чисельності фонових

Семенко О. В., Вишневецький Д. О., Галат М. В.

видів та поява рідкісних видів тварин та рослин вже фіксується через декілька років після аварії. Також слід врахувати високе ландшафтне різноманіття та велику площу.

Кліматичні фактори є зовнішніми до природних комплексів і не залежать від них. На протязі останніх років зміни клімату мають значний вплив на гідрологічний режим та рослинний покрив.

Виходячи з вищезгаданого можна казати, що динаміка екосистем у зоні відчуження має унікальний характер. Необхідність її дослідження викликана рядом причин: управління водними та лісовими ресурсами, оцінка екологічного значення природних комплексів, вивчення паразитоценозів і зоонозів тощо.

Паразитарні системи є одним із інформативних індикаторів процесів, які відбуваються в екосистемах. Будь-які зміни в популяції хазяїна ведуть до змін популяції паразита. Від характеру та сили впливу зовнішніх факторів залежить ступінь розбалансованості системи «паразит-хазяїн».

Об'єктом дослідження було відібрано молюсків – проміжних та додаткових хазяїв збудників трематодозів. Відбір зразків проводили з двох водойм заплави р. Прип'ять (рис. 1), які відрізняються значеннями радіоактивного забруднення (табл. 1).

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** До найбільш поширених

прісноводних молюсків належать такі види як *Viviparus viviparus*, *Bithynia tentaculata*, *Bithynia tenataculata*, *Lymnaea stagnalis*, *Lymnaea truncatula*, *Radix auricularia* та багато інших видів (Skryabin, 1966; Faltynková et al., 2006). Більшість із них поширені на території України. Так, молюски виду *Lymnaea stagnalis* часто зустрічаються у Європі (Faltynková et al., 2006). Ареалами їх існування є стоячі і повільно рухомі водойми будь-яких розмірів, багаті на рослинність, річкові рівнини, також тимчасові води. Молюски віддають перевагу мілководним місцям, а молодих молюсків часто можна зустріти за межами води на рослинах. *Lymnaea stagnalis* є проміжним хазяїном для таких збудників паразитарних хвороб як *Moliniella anceps*, *Echinoparyphium aconiatum*, *Echinoparyphium recurvatum*, *Opisthio glyphe ranae*, *Plagiorchis elegans*, *Diplostomum pseudospathaceum*, *Echinostoma revolutum*, *Trichobilharzia szidati* (Faltynková et al., 2006; Kalbe et al., 2000; Kolárová et al., 1997; Niewiadowska et al., 2002; Zbikowska, 2004).

*Lymnaea truncatula* також як і попередній вид являє собою прісноводних повітряно-дихаючих, водних легеневих червононогих молюсків родини Lymnaeidae. Вважається, що ареалом поширення *Lymnaea truncatula* є Європа. На даний час *Lymnaea truncatula*

Семенко О. В., Вишневецький Д. О., Галат М. В. поширена у всіх європейських країнах, включаючи більшість середземноморських островів, таких як Корсика, Мальта, Азорські острови, Мадейра, Фарерські острови, Балеарські острови та Канарські острови. Цей молюск є проміжним хазяїном для деяких трематод і нематод: *Fasciola hepatica*; *Fasciola gigantica*; *Fascioloides magna*; *Haemaphysalis cylindracea*; *Plagiorchis spp.*; *Opisthioglyphe spp.*; *Muellerius capillaris*. Має провідне значення у поширенні фасціольозу людини та тварин (Faltynková et al., 2006; Kalbe et al., 2000).

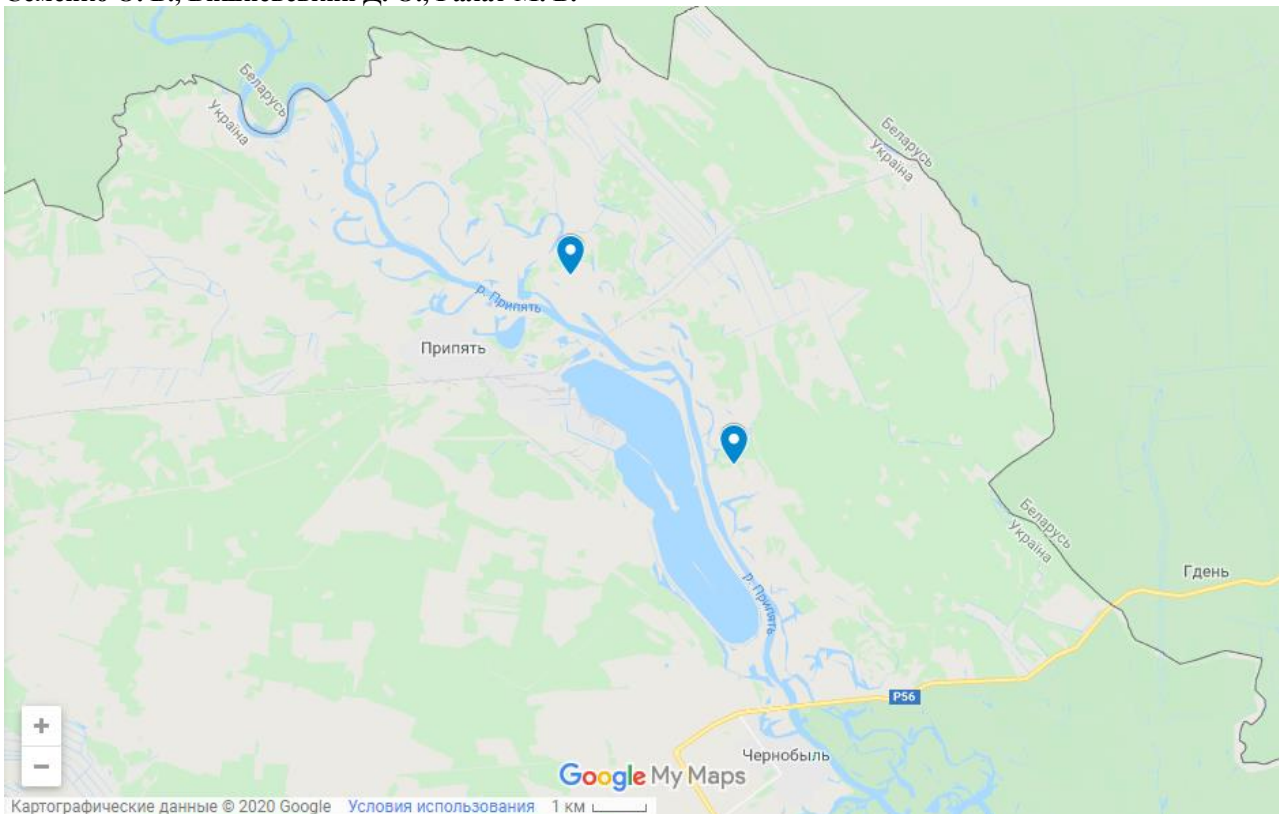
Молюски виду *Viviparus viviparus* розповсюджені в низовині від Великобританії до Уралу та на півночі аж до північної Швеції та Норвегії, а також у верхньому і центральному Дунайському регіоні. У повільно рухомих водах, низинних річках, каналах і в літоралі великих озер, на мулистому субстраті, зазвичай не у малих ізольованих стоячих водах. Для життя потребують високого вмісту кисню, концентрацію рН до 6,8-8,6, солі до 0,3 %. Є проміжними хазяїнами для багатьох видів трематод (*Paragonimus westermani*, *Clonorchis sinensis*, *Fasciola hepatica*) (Faltynková et al., 2006).

Отже, вивчення наявності і поширеності личинкових стадій паразитичних організмів у організмі молюсків та їх подальша ідентифікація є важливою з метою

попередження захворювання тварин і людини на трематодози.

**Мета дослідження:** вивчення ролі прісноводних молюсків Чорнобильської заповідника у поширенні паразитарних хвороб.

**Матеріали та методи досліджень.** Збір молюсків для подальшого дослідження проводили у вересні 2019 року під час експедиції до Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника. З метою дослідження молюсків на наявність личинкових стадій гельмінтів збирали молюсків у водоймах різного типу з двох локацій: поблизу озера Перевал, що впадає у річку Прип'ять і поруч з озером Білим (Іванківського району Київської області) (рис. 1). Молюсків відбирали за допомогою ситця або сачка, беручи їх на березі. Подальше дослідження молюсків проводили на кафедрі паразитології та тропічної ветеринарії факультету ветеринарної медицини Національного університету біоресурсів і природокористування України. У лабораторії їх поміщали у чашки Петрі з водопровідною водою (по 100 мл) до проведення ідентифікації. Згодом частина молюсків була досліджена з використанням компресорного методу. Личинок паразитичних організмів ідентифікували за допомогою довідників та атласів (Skryabin, 1966; Faltynková et al., 2006).



**Рис. 1** Карта зони Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника з відміченими геолокаційними мітками відбору молюсків для паразитологічних досліджень

**Результати досліджень та їх обговорення.** У ході експедиції було відібрано 48 молюсків з двох місць. На першому етапі досліджень наявних молюсків було ідентифіковано до виду. Так, у результаті досліджень нами було виявлено серед зібраних 18 молюсків виду *Lymnaea stagnalis*, 12 молюсків *Viviparus viviparus*, 12 молюсків *Lymnaea (Radix) auricularis* і 6 молюсків виду *Lymnaea truncatula*.

На другому етапі молюсків було досліджено компресорним методом з метою виявлення зародків паразитичних організмів. Так, серед

досліджених 18 молюсків виду *Lymnaea stagnalis* 15 із них або 83,33 % (табл. 2) мали значну інвазованість личиками трематод на різних стадіях їх розвитку. При цьому інтенсивність інвазії становила 40 спороцист, близько 20 редій, 60 церкарій і 40 метацеркарій (рис. 2 і 3). Метацеркарії, яких виявляли морфологічно були віднесені до 3 різних видів. Церкарій за допомогою визначників (Skryabin, 1966; Blair, 1977; Bray et al., 2008; Faltynková et al., 2006) було визначено як збудників ехіностоматидозів (Bray et al., 2008).

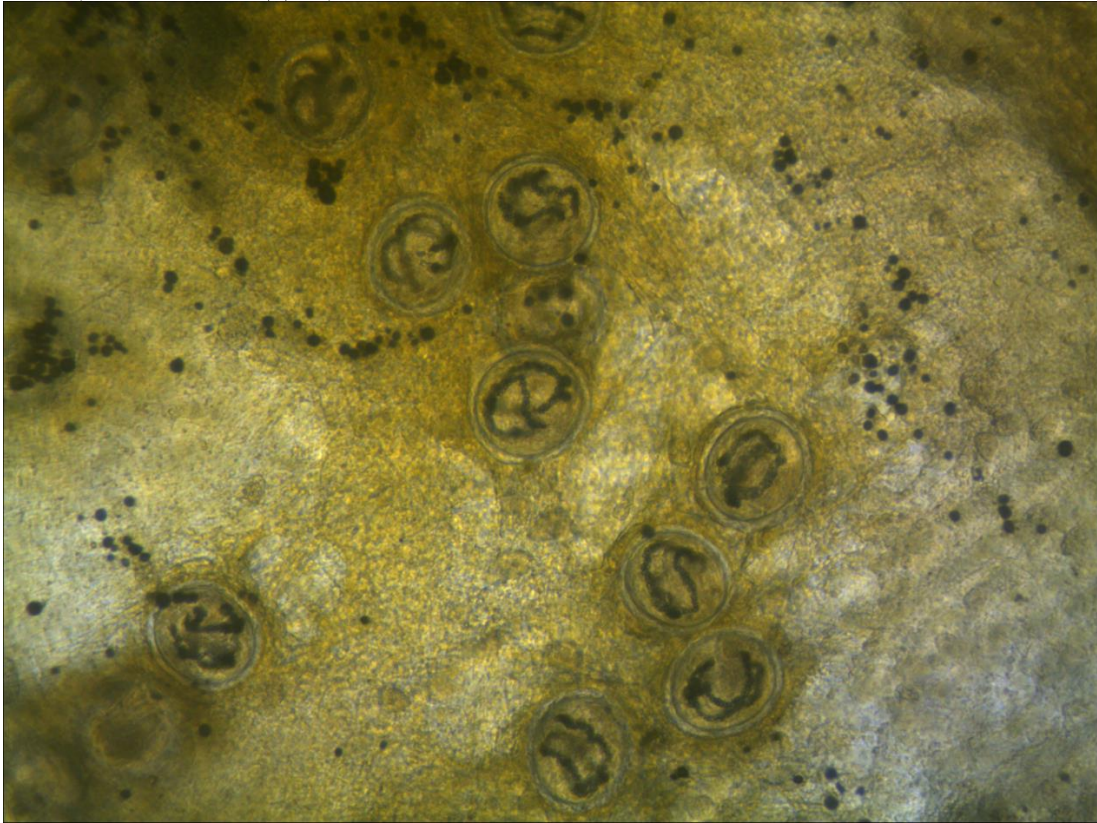


Рис. 2 Метацеркарії в печінці молюска *Lymnaea stagnalis* (збільшення ок.×10, об.×20)

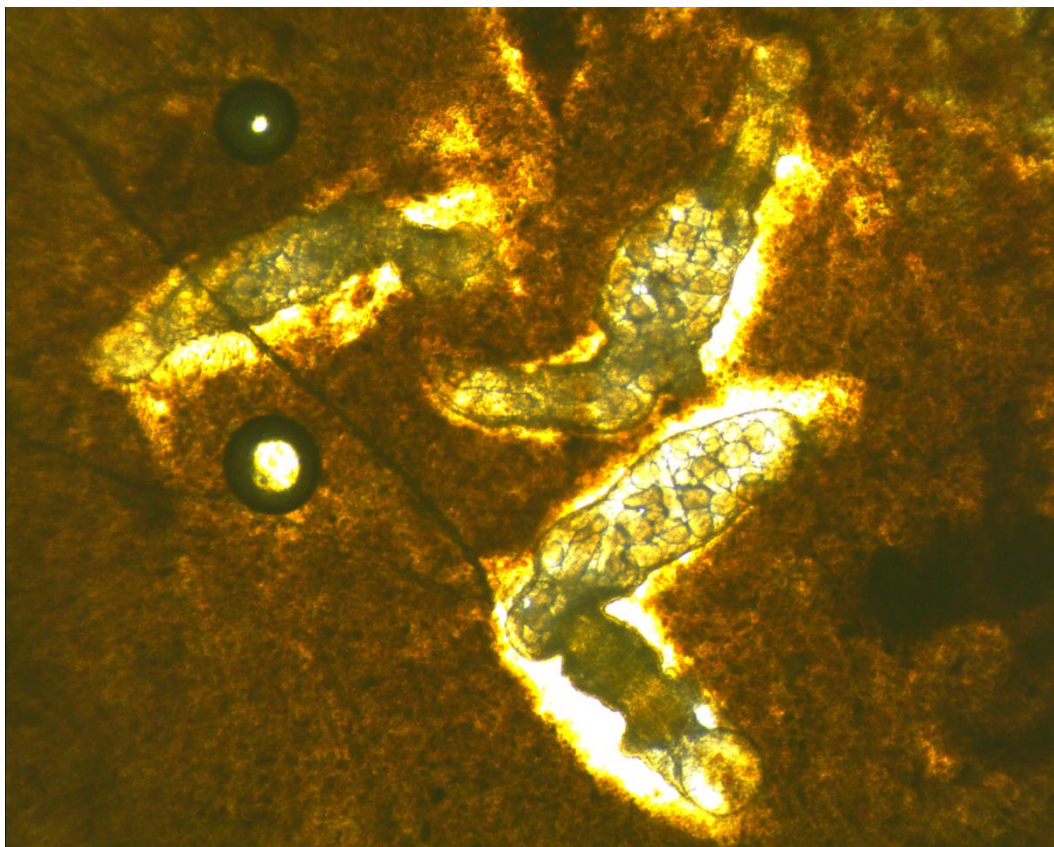


Рис. 3 Спороцисти, в печінці молюска виду *Lymnaea stagnalis* (збільшення ок.×10, об.×10)

Семенко О. В., Вишневецький Д. О., Галат М. В.

Серед досліджених 12 молюсків виду *Viviparus viviparus* виявлено у 9 з них (75 %) метацеркаріїв трематод з інтенсивністю інвазії  $16 \pm 8$  у кожному з них.

**2. Екстенсивність та інтенсивність трематодозної інвазії молюсків Чорнобильської зони радіоактивного забруднення,  $M \pm m$**

Вид молюска	Кількість досліджених особин	Екстенсивність трематодозної інвазії	Місця тіла молюска, де було виявлено личинок паразитичних організмів та інтенсивність трематодозної інвазії	
			печінка	мантійна порожнина
<i>Lymnaea stagnalis</i>	18	15 особин / 83,33 %	$40 \pm 12$ метацеркаріїв	$40 \pm 7$ спорозист, $20 \pm 2$ редій, $60 \pm 3$ церкаріїв
<i>Viviparus viviparus</i>	12	9 особин / 75,00 %	$16 \pm 8$ метацеркаріїв	-
<i>Lymnaea (Radix) auricularis</i>	12	6 особин / 50,00 %	$28 \pm 12$ метацеркаріїв	-
<i>Lymnaea truncatula</i>	6	-	-	-

З-поміж досліджених 12 молюсків виду *Lymnaea (Radix) auricularis* у 6 з них (50 %) виявлено значну кількість спорозист, редій та церкарій трематод (рис. 4 і 5).



Рис. 4 Редія трематоди, що паразитує в організмі молюска виду *Lymnaea (Radix) auricularis* (збільшення ок.  $\times 10$ , об.  $\times 10$ )



**Рис. 5** Церкарій, що паразитує в організмі молюска виду *Lymnaea (Radix) auricularis* (збільшення ок.×10, об.×40)

Серед досліджених 6 молюсків виду *Lymnaea truncatula* не було виявлено жодної з личинкових стадій трематод.

Отже, за результатами проведених досліджень вперше в Україні було встановлено наявність личинкових стадій збудників трематодозів, на різних стадіях їх розвитку, таких як спороциста, редія, церкарій і метацеркарій, які паразитують в організмі прісноводних молюсків Чорнобильської зони радіоактивного забруднення.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.**

1. Проведеними дослідженнями встановлено значну інвазованість

молюсків видів *Lymnaea stagnalis*, *Lymnaea (Radix) auricularis* і *Viviparus viviparus* личинковими стадіями збудників трематодозів, переважно ехіностоматидозів. Дефінітивними хазяями за даної групи хвороб переважно є різноманітні види водоплавних птахів.

2. Екстенсивність інвазії личинками паразитичних організмів серед досліджених молюсків виду *Lymnaea stagnalis* становила 83,33 %, серед *Lymnaea (Radix) auricularis* – 50,00 % і серед *Viviparus viviparus* – 75,00 %.

На наступних етапах наших досліджень планується ідентифікація отриманих личинок

Семенко О. В., Вишневський Д. О., Галат М. В.  
паразитів на різних стадіях розвитку  
до виду з використанням

імунобіологічних методів  
дослідження.

### Список використаних джерел

1. Балашов Л., Гайченко В., Крижанівський В., Францевич Л. Вторинні екологічні зміни на евакуйованих територіях. Ойкумена. 1992. № 2. С. 31–43.

2. Войцехович О.В., Канівець В.В., Лаптев Г.В., Кіреєв С.І., Обрізан С.М. Стан радіоактивного забруднення поверхневих вод // 30 років Чорнобильської катастрофи. Огляди. Збірник інформаційно-аналітичних доповідей., Publisher: К.: КІМ С.129-139.

3. Вишневський Д. Особливості зооценозів Зони відчуження ЧАЕС в післяварійний період. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія. 2004. Випуск 15. С. 20–23.

4. Скрябин К.И. Трематоды животных и человека. Основы трематодологии. Том 22. М.: Академия Наук СССР. 1966. 520 с.

5. Blair D. A key to cercariae of British strigeoids (Digenea) for which the life-cycles are known, and notes on the characters used. Journal of Helminthology. 1977. 51. P. 155-166.

6. Bray R.A., Jones A., Gibson D.I. Keys to the Trematoda. Volume 3 / R.A. Bray, D.I. Gibson and A. Jones. – London: CABI Publishing, Wallingford, UK and the Natural History Museum. 2008. 824 pp.

7. Dvorák J., Sattmann H., Konecny R., Horák P. Larval stages of avian schistosomes in Austria: recent data from a Czech-Austrian cooperation project. Mitteilungen der Österreichischen Gesellschaft für Tropenmedizin und Parasitologie, 1999. 21. P. 69-76.

8. Faltynková A., Na Sincová V. & Kablásková L. Larval trematodes (Digenea) of the great pond snail, *Lymnaea stagnalis* (L.), (Gastropoda, Pulmonata) in Central Europe: a survey of species and key to their identification. Parasite, 2006. P. 45-47.

9. Kalbe M., Haberl B., Haas W. Snail host finding by *Fasciola hepatica* and *Trichobilharzia ocellata*: Compound analysis of “miracidia-attracting glycoproteins”.

Experimental Parasitology, 2000. 96 (4). P. 231-242.

10. Kolárová L., Horák P., Sitko J. Cercarial dermatitis in focus: Schistosomes in the Czech Republic. Helminthologia, 1997. 34. P. 127-139.

11. Niewiadomska K., Laskowski Z. Systematic relationships among six species of *Diplostomum* Nordmann, 1832 (Digenea) based on morphological and molecular data. Acta Parasitologica, 2002. 47 (1). P. 20-28.

12. Zbikowska E. Infection of snails with bird schistosomes and the threat of swimmer's itch in selected Polish lakes. Parasitology Research, 2004. 92. P. 30-35.

### References

1. Balashov L., Gaychenko V., Krizhanivsky V., Frantsevich L. (1992). Secondary ecologic services in the evacuated territory. Oykumen. No. 2. S. 31-43 [in Ukrainian].

2. Voitsekhovich OV, Kanivets VV, Laptanv G.V., Kireev S.I., Obrizan S.M. The camp of radioactive obstruction of surface waters // 30 rocky of the Chornobil disaster. Look around. Zbirnik informatsiyno-analitichnyh dopovidey, Publisher: K.: KIM C.129-139 [in Ukrainian].

3. Vishnevskiy D. (2004.) Features of zoniocenosis of Zoni viduchennya Chaes in the period. News of Ukraine Uzhgorod University. Seriya: Biology. Vipusk 15. S. 20–23 [in Ukrainian].

4. Skryabin K.I. (1966) *Trematody zhivotnyh i cheloveka [Trematodoses of animals and human]* Moskva: Academy of Sciences USSR [in Russian].

5. Blair, D. (1977). *A key to cercariae of British strigeoids (Digenea) for which the life-cycles are known, and notes on the characters used.* Journal of Helminthology, 51, 155-166 [in English].

6. Bray R.A., Jones A., Gibson D.I. (2008) *Keys to the Trematoda. Volume 3* London: CABI Publishing, Wallingford, UK and the Natural History Museum [in English].

7. Dvorák J., Sattmann H., Konecny R., Horák P. (1999) *Larval stages of avian*

Семенко О. В., Вишневський Д. О., Галат М. В.  
*schistosomes in Austria: recent data from a Czech-Austrian cooperation project* Mitteilungen der Österreichischen Gesellschaft für Tropenmedizin und Parasitologie, 21, 69-76 [in German].

8. Faltynková A., Na Sincová V. & Kablásková L. (2006) *Larval trematodes (Digenea) of the great pond snail, Lymnaea stagnalis (L.), (Gastropoda, Pulmonata) in Central Europe: a survey of species and key to their identification* Parasite, 45-47 [in English].

9. Kalbe M., Haberl B., Haas W. (2000) *Snail host finding by Fasciola hepatica and Trichobilharzia ocellata: Compound analysis of "miracidia-attracting glycoproteins"*

Experimental Parasitology, 96 (4), 231-242 [in English].

10. Kolárová L., Horák P., Sitko J. (1997) *Cercarial dermatitis in focus: Schistosomes in the Czech Republic* Helminthologia, 34, 127-139 [in English].

11. Niewiadomska K., Laskowski Z. (2002) *Systematic relationships among six species of Diplostomum Nordmann, 1832 (Digenea) based on morphological and molecular data* Acta Parasitologica, 47 (1), P. 20-28 [in English].

12. Zbikowska E. (2004) *Infection of snails with bird schistosomes and the threat of swimmer's itch in selected Polish lakes* Parasitology Research, 92, 30-35 [in English].

## РОЛЬ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ ЗОНЫ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РАСПРОСТРАНЕНИИ ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

О. В. Семенко, Д. О. Вишневский, М. В. Галат

**Аннотация.** В результате проведенных исследований впервые в Украине установлено наличие возбудителей трематодозов на разных стадиях развития (спороциста, редия, церкарий и метацеркарий), которые паразитируют в организме пресноводных моллюсков *Lymnaea stagnalis*, *Lymnaea (Radix) auricularis* и *Viviparus viviparus* Чернобыльской зоны радиоактивного загрязнения. При этом экстенсивность инвазии среди исследованных моллюсков вида *Lymnaea stagnalis* составляла 83,33 %, *Lymnaea (Radix) auricularis* – 50,00 % и среди *Viviparus viviparus* – 75,00 %.

**Ключевые слова:** пресноводные моллюски, возбудители паразитарных болезней, Чернобыльская зона радиоактивного загрязнения

## THE ROLE OF FRESHWATER MUSCLUS OF THE CHERNOBYL ZONE OF RADIOACTIVE POLLUTION IN THE DISSEMINATION OF PARASITIC DISEASES

O. V. Semenko, D. O. Vishnevskiy, M. V. Galat

**Abstract.** As a result of our investigations, for the first time in Ukraine, the presence of trematodes agents at different stages of development (sporocyst, redia, cercariae and metacercariae) that parasitize in the body of freshwater mollusks *Lymnaea stagnalis*, *Lymnaea (Radix) auricularis* and *Viviparus viviparus* of the Chernobyl zone was established.

The molluscs were collected for further study during an expedition to the Chornobyl Radiation and Ecological Biosphere Reserve. In order to study mollusks for the presence of larval stages of helminths, molluscs were collected in reservoirs of different types from two locations: near Lake Pereval, which flows into the Pripjat

Семенко О. В., Вишневецький Д. О., Галат М. В.

*River and near Lake Bily (Ivankiv district of Kyiv region). On the first stage of the investigation, the molluscs were identified. Thus, as a result of our research we found 18 molluscs of the species *Lymnaea stagnalis*, 12 molluscs of *Viviparus viviparus*, 12 molluscs of *Lymnaea (Radix) auricularis* and 6 molluscs of the species *Lymnaea truncatula*.*

*On the second stage, the molluscs were examined on the presence of parasitic organisms. As a result, among the studied 18 molluscs of the species *Lymnaea stagnalis*, 15 of them or 83.33 % had a significant quantity of trematodes at different stages of their development. The intensity of the invasion was 40 sporocysts, about 20 redia, 60 cercariae and 40 metacercariae. The metacercariae that were found morphologically were classified into 3 different species. Cercariae were identified as an agents of echinostomiasis. Among the 12 molluscs of the species *Viviparus viviparus* studied, 9 of them (75 %) had metacercariae trematodes with an invasion intensity  $16 \pm 8$  in each of them. Of the 12 molluscs of the species *Lymnaea (Radix) auricularis*, 6 of them (50 %) showed a significant quantity of sporocysts and cercariae trematodes. None of the larval stages of trematodes were detected among the 6 molluscs of the *Lymnaea truncatula* species.*

*According to the results of the research, for the first time in Ukraine the presence of different stages of development, such as sporocyst, redia, cercariae and metacercariae, were identified in the freshwater molluscs of the Chernobyl zone of radioactive contamination. Moreover, the invasion extent among the studied mollusks of the species *Lymnaea stagnalis* was 83.33 %, *Lymnaea (Radix) auricularis* – 50.00 %, and among *Viviparus viviparus* – 75.00 %.*

**Keywords:** *freshwater molluscs, agents of parasitic diseases, Chernobyl radioactive contamination zone*

УДК 619:615.372:636.2.034

**ПРОДУКТИВНІСТЬ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ  
КОРМОВОЇ ДОБАВКИ ІМУНОБАКТЕРИН-D З ВМІСТОМ  
SACCHAROMYCES CEREVISIAE**

**В. М. ЛИТВИНЕНКО**, кандидат ветеринарних наук, доцент  
*Національний університет біоресурсів і природокористування України*  
*E-mail: lytvynenkovm@gmail.com*

**С.М. ЛИТВИНЕНКО**, провідний лікар ветеринарної медицини  
*Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та  
ветеринарно-санітарної експертизи*  
*E-mail: litvinenko79@ukr.net*

**О.О. ВЕРГЕЛЕС**, завідувач відділення «Технологія виробництва та переробки  
продукції тваринництва»  
*ВП НУБіП України «Немішайвський агротехнічний коледж»*  
*E-mail: r-12@ukr.net*

**Р. О. ФЕСЮК**, магістрант  
*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.018>

***Анотація.** Згодовування кормових добавок потребує раціональної системи використання з врахуванням особливостей вирощування великої рогатої худоби.*

*Проведення аналізу отриманих результатів досліджень показало, що кормова добавка Імунобактерин-D з вмістом *Saccharomyces cerevisiae*  $2 \times 10^9$  КУО/г характеризуються позитивним впливом на організм тварин. У дослідних групах тварин ми спостерігаємо не тільки більші середньодобові прирости у порівнянні з контрольними тваринами, але і стійку тенденцію збільшення середньодобового приросту з віком. Що безпосередньо впливає на продуктивність майбутніх корів. Згодовування кормової добавки якомога раніше після періоду отелення сприяє збільшенню надой та підвищенню жирності молока.*

*Кормова добавка Імунобактерин-D за не тривалого використання у виробничих дослідах на молочних фермах довела свою ефективність щодо підвищення продуктивності тварин і як лікувально-профілактичний засіб зокрема:*

*- суха кормова пробіотична добавка Імунобактерин-D збільшує показники середньодобових приростів у місячних телят на 9,4-15 %, в 3-місячних телят на 29 %, та на 20 % у телиць 12-місячного віку.*

*- застосування коровам пробіотичної кормової добавки Імунобактерин-D підвищує надій у корів на 0,7-2,5 л в день.*

*Максимальний ефект у застосуванні кормової добавки Імунобактерин-D коровам отримували у період роздою на 21 день застосування, а у літній період*

Литвиненко В. М., Литвиненко С. М., Вергелес О. О., Фесюк Р. О.

спостерігається також підвищення жирності молока на 0,5 %. Зважаючи на покращення кількісних та якісних показників молока дослідної групи треба підкреслити кращу стресостійкість щодо впливу факторів зовнішнього середовища у корів при згодовуванні кормової добавки.

**Ключові слова:** Приріст живої маси, імунобактерин, телята, телиці, корови, пробіотики, природна резистентність, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Saccharomyces cerevisiae*

**Актуальність.** У сучасних умовах господарювання перетравність кормів на фоні підвищення природної резистентності організму забезпечується кормовими добавками. Однак згодовування кормових добавок потребує раціональної системи використання в технологічному процесі отримання продукції скотарства.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Пробиотичні культури мікроорганізмів використовуються у багатьох галузях народного господарства. З роботами І. Мечникова розпочалась ера живих бактеріальних препаратів для підтримання здоров'я людей та тварин. Використання пробиотичних препаратів різним видам тварин характеризуються деякими особливостями пов'язаними з особливостями будови кишечника. Найбільш ефективно діють пробиотичні культури на організм моногастричних тварин. За вживання їх великою рогатою худобою ми спостерігаємо дещо інший вплив зважаючи на фізіологію травлення, наявність передшлунків і довгого кишечника.

Багатофункціональна дія на організм тварини та безпечність дозволяє використовувати пробиотичні культури як кормові добавки. Згодовування *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*, *Saccharomyces cerevisiae* великій рогатій худобі має позитивний вплив на організм тварин, що описано багатьма авторами В. В. Смирновим, В. П. Литвином, С. Р. Резніком [1, 2] та іншими. За значної ефективності впливу пробиотичних мікроорганізмів на показники приросту та резистентності телят, [3, 4] спостерігається значно менший вплив на молочність корів, що пов'язано з сталою та багаточисельною мікрофлорою передшлунків дорослих тварин на, що вказують праці Г. І. Калачнюк [5]. Позитивний вплив дріжджів на травлення жуйних відомий і пов'язаний з зростанням показників продуктивності та стресостійкістю під час змін в раціонах годівлі тварин. Недавні публікації повідомляють навіть про стресостійкість у тварин за перегрівання, що пов'язана з продукуванням селену деякими штамми *Saccharomyces cerevisiae* [6].

Наші дослідження доводять, що максимальної ефективності за згодовування кормової добавки Імунобактерин-Д можна досягти запровадивши раціональну систему застосування пробіотичних кормових добавок у критичні та фізіологічно важливі вікові періоди за формування продуктивності тварин:

1. Період новонародження формування мікробіоценозу кишечника 0-1 міс.
2. Формування імунобіологічної реактивності організму тварин 1-2 міс.
3. Формування рубця – 3-4 міс.
4. Формування секреторних клітин та молочних каналів – 3-7 міс.
5. Формування статевих органів – 6-9 міс.
6. Формування типу тварини – 6-20 міс.

За нашими дослідженнями безперервне 2-місячне згодовування пробіотику призводить до погіршення здоров'я тварин у деяких тварин [7] та порушень функціонування мікрофлори кишечника.

Максимальної ефективності в згодовуванні кормової добавки можна досягти лише запровадивши раціональну систему застосування пробіотичних кормових добавок залежно від виду, віку тварини, складу мікрофлори кормової добавки і мети застосування.

**Мета дослідження:** визначити оптимальні та найбільш економічно

вигідні схеми застосування кормової добавки Імунобактерин-Д за утримання великої рогатої худоби.

### **Матеріали і методи дослідження.**

Проводились дослідження з препаратом фірми Кронос Агро Імунобактерин-Д серед великої рогатої худоби чорно-рябої породи у відокремлених підрозділах НУБіП України та фермерських господарствах Черкаської та Чернігівської областей згідно настанови.

Дослідження проводились у виробничих умовах серед дорослих тварин та молодняку за згодовування кормової добавки Імунобактерин-Д, що містить пробіотичні культури *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis* і дріжджі штамів *Saccharomyces cerevisiae*  $2 \times 10^9$  КУО/г. вказують на закономірність в отриманні кращих показників продуктивності тварин.

**Результати дослідження та їх обговорення.** При використанні Імунобактерину-Д великій рогатій худобі нами отримані кращі показники впливу пробіотику на показники продуктивності тварин. За згодовування препарату відслідковується закономірність покращення показників продуктивності з віком у телят. Так залежно від дози та раціону годівлі показники середньодобового приросту живої маси телят і телиць передпарувального віку збільшилися

на 20-30 %. Окрім того препарат підвищує молокопродуктивність у корів.

Згодовування Імунобактерину-Д у новонароджений період протягом семи днів відхилень від фізіологічної норми не викликало. За проведених досліджень можемо зауважити, що Імунобактерин-Д має достатню профілактичну дію, щодо прояву диспепсії у телят та лікувально-профілактичну за подвійної дози застосування..

Результати виробничих досліджень щодо застосування кормових пробіотичних добавок Імунобактерин-Д вказують на вищі середньодобові прирости у телят порівняно з контролем. У місячних телят які отримували кормову пробіотичну добавку Імунобактерин-Д приріст живої маси був вищий на 9,4-15 % , за збільшення бактерицидної активності сироватки крові.

Кормова пробіотична добавка Імунобактерину-Д, що містить гриби *Saccharomyces cerevisiae* вказала на закономірність зростання позитивного ефекту при згодовуванні 3-місячним телятам. За її додавання до раціону середньодобові прирости збільшились на 29 % - 1096 г порівняно з 850 г у телят контрольної групи яких годували без добавки. Та на 20,5 % у телиць 12-місячного віку середньодобовий приріст живої маси у дослідній групі

склав 500 г проти 414 у контрольній групі. Безпосередньо на показник продуктивності та стійкості проти захворювань впливає доза препарату.

За збільшення дози препарату у двічі ми отримували як кращі показники продуктивності так і ліпший лікувально-профілактичний ефект при захворюваннях травного каналу.

Вплив кормової добавки Імунобактерин-Д з вмістом хлібопекарських дріжджів на молочність корів у період роздою визначали за результатами проведення двох дослідів: перший у літній період з 27 травня до 11 червня за згодовування зеленої маси люцерни оцінку проводили з визначення пар аналогів; другий у найбільш критичний період зимово стійлового утримання з 6 квітня до 10 травня. Новотільним коровам чорно-рябої породи живою масою в середньому 430-450 кг згодовували індивідуально по 10 г кормової добавки з комбікормом. Корови знаходились в одному приміщенні на прив'язному утриманні з автоматичним напуванням та отримували однаковий раціон.

Аналізуючи дані першого дослідів середня надбавка надоєного молока дослідної групи за 11 днів в середньому склала 2,1 л коли у контролі надій збільшився на 0,975 л. Згодовували парам аналогам добавку з 10, 20, 30, 40, 60 та 80 дня після отелення. Позитивний результат у підвищенні

Литвиненко В. М., Литвиненко С. М., Вергелес О. О., Фесюк Р. О.

кількості молока за 0,5 л порівняно з контролем спостерігався у корів яким починали згодували Імунобактерин-Д до 60 дня після отелення. Згодовування коровам добавки за 80 днів після отелення у цій дозі не призвело до підвищення надоїв.

За другим дослідом з 06.04.2019 до 10.05.2019 року застосовували кормову добавку коровам з 0,3-2 місяці після розтелення. Протягом дослідів корови були клінічно здорові. Контрольне

доїння проводили з інтервалом 10 днів, що зазначено у таблиці 1.

Зважаючи на показники контрольного доїння спостерігаємо підвищення молокопродуктивності у корів на 21 добу дослідів: у дослідній групі кількість середньодобового надою молока збільшилась на 1,725 л; тоді як у контрольній на 1,3 л порівнюючи з середньодобовою кількістю надоєного молока до згодовування кормової добавки.

**1. Кількість надоєного молока від корів дослідної та контрольної груп (л)**

Номер п/п	Інв. номер	Кличка	Дата отелення	Надій середньо добовий 06.04.19	Надій середньо добовий 16.04.19	Надій середньо добовий 28.04.19	Надій середньо добовий 10.05.19
Контрольна група							
1.	2347	Мілка	28.03	26,9	18,5	20	18
2.	0804	Мазурка	19.03	27	23	31	25
3.	7927	Лілія	22.03	29,6	28,5	31,5	27
4.	9580	Волга	01.04	23,8	26,2	30	26
	M±m			26,83±0,95	24,05±2,07	28,13±2,55	24±1,88
					-2,78	1,3	-2,83
Дослідна група							
5.	9592	Бариня	25.03	28,3	27,2	31	29
6.	9872	Пісня	24.03	15	18,7	20	18
7.	9581	Полинь	16.03	22,7	16,5	22	21
8.	9600	Мармелад	08.03	22,1	20,5	22	18
	M±m			22,03±2,2	20,73±2,03	23,75±2,27	21,5±2,35
					-1,3	1,72	-0,53

За найбільш критичний місяць стійлового періоду досліджень стабільно спостерігаються кращі показники молочності корів які отримували кормову добавку на 10, 20, 30 день згодовування, що становить 1,48 л, 0,42 л, 2,3 л у середньому

кормова добавка забезпечувала 1,4 л додатково надоєного молока за добу.

Оцінку якості молока здійснювали у відділенні технології виробництва і переробки продукції тваринництва НДГ «Немішаєвський агротехнічний коледж» ультразвуковим аналізатором

якості молока “Екомілк” тип Мілкана КАМ 98-2А.

Показники якості надоеного молока за період досліджень наведені у таблиці 2.

У дослідній групі порівняно з попередніми дослідженнями

зменшився відсоток жиру в молоці на 0,34 % але збільшився показник густини на 0,55 і білку на 0,018 %. У літній період у корів з 10 і 20 дня після отелення на 11 день згодовування у корів спостерігається збільшення жирності молока на 0,5 %.

## 2. Якісні показники молока дослідних та контрольних груп корів

№ п/п	Інвер номер	Кличка	Жирність %		Густина ° А		Білок %	
			до	після	до	після	до	після
Контрольна група								
1.	2347	Мілка	3,94	4,64	29	26,1	3,17	2,97
2.	0804	Мазурка	3,21	3,5	29	26,8	3,11	2,93
3.	7927	Лілія	3,13	3,7	29,8	27,6	3,17	3,02
4.	9580	Волга	4,2	3,8	30,4	27,9	3,42	3,06
			3,62± 0,28	3,91± 0,23	29,55± 0,34	27,1± 0,41	3,225± 0,06	2,99± 0,03
				0,29		-2,45		-0,2225
Дослідна група								
5.	9592	Бариня	2,95	2,93	29,1	28,1	3,09	3
6.	9872	Пісня	3,98	3,3	27,4	29,1	3,04	3,13
7.	9581	Полинь	3,89	3,37	26,7	27,8	2,96	3,01
8.	9600	Мармелад	3,48	3,36	28	28,4	3,04	3,06
			3,58±0,23	3,24±0,1	27,8±0,47	28,35±0,25	3,03±0,02	3,05±0,03
				-0,34		0,55		0,02

Біохімічні показники сироватки крові проведені після вживання кормової добавки не вказали на погіршення здоров'я лактуючих корів порівнюючи з показниками до дослідження.

### Висновки і перспективи:

Проведення аналізу отриманих результатів досліджень показало, що кормові добавки характеризуються позитивним впливом на організм тварин. В дослідних групах тварин ми спостерігаємо не тільки більші середньодобові прирости в порівнянні з

контрольними тваринами, але і стійку тенденцію збільшення середньодобового приросту з віком. Що безпосередньо впливає на продуктивність майбутніх корів. Згодовування кормової добавки якомога раніше після періоду отелення сприяє збільшенню надоїв та підвищенню жирності молока.

Кормова добавка Імунобактерин-Д за не тривалого використання у виробничих дослідах на молочних фермах довела свою ефективність щодо

Литвиненко В. М., Литвиненко С. М., Вергелес О. О., Фесюк Р. О.

підвищення продуктивності тварин і як лікувально-профілактичний засіб зокрема:

- суха кормова пробіотична добавка Імунобактерин-Д збільшує показники середньодобових приростів у місячних телят на 9,4-15%, в у 3-місячних телят на 29% та на 20% у телиць 12-місячного віку.

- застосування коровам пробіотичної кормової добавки Імунобактерин-Д підвищує надій у корів на 0,7-2,5 л в день.

### Список використаних джерел

1. Смирнов В.В., Резник В.А., Вьюницкая С.Р., Литвин В.П. Влияние комплексного пробиотика споролакта на микробиоценоз кишечника теплокровных. Микробиол. журн. 1995. 57, № 4. С. 42–49.

2. Литвин В.П., Поліщук В.В., Литвиненко В.М., Кучеренко І.А. Вплив пробіотиків на імунологічну реактивність організму телят і птиці. Наукова конф. проф.-викл. складу, наукових співробітників та аспірантів присвячена 80-річчю ф-ту вет. медицини. К: НАУ. 2000. С. 17.

3. Єременко М.Г., Науменко А.С., Литвиненко В.М. Раціональне застосування пробіотичних кормових добавок у тваринництві. Науковий вісник НУБіП України Серія «Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва» вип. 273. 2017. С. 109-114.

4. Литвиненко В.М. Використання імунобактерину за різних фармакологічних форм. Вісник Сумського Національного аграрного університету. Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання виробництва і використання хімотерапевтичних засобів для тварин», присвяченій 25-й річниці початку виробничої діяльності ТОВ «Німецько-Українська науково-виробнича фірма «Бровафарма». Суми-2018. С. 229-232.

Максимальний ефект у застосуванні кормової добавки Імунобактерин-Д коровам отримували у період роздою на 21 день застосування, а у літній період за згодовування зеленої маси люцерни спостерігалось підвищення жирності молока на 0,5%. Зважаючи на кількісні та якісні показники молока дослідної групи треба підкреслити кращу стресостійкість щодо впливу факторів зовнішнього середовища у корів при згодовуванні кормової добавки.

5. Калачнюк Г.І. Пробиотики у тваринництві. Тваринництво України. 1996. № 5. С. 16-18.

6. Тішкова Т., Красінко В. Збагачення дріжджів мікронутрієнтами. II Міжнародна наукова конференція «Біотехнологія: досвід, традиції та інновації» Національний університет харчових технологій, кафедра біотехнології і мікробіології. м. Київ, 2018. С.83.

7. Литвиненко В.М. Особливості застосування пробіотику імунобактерин-Д. Наукові доповіді НУБіП України с. 8 <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/D>. 2017

### Referens

1. Smirnov V.V., Reznik V.A., V`yuniczkaya S.R., Litvin V.P. (1995). Vliyanie kompleksnogo probiotika sporolakta na mikrobiocenoz kishechnika teplokrovnikh. [Influence of a complex probiotic of a sporolact on a microbiocenosis of intestines of warm-blooded animals] Mikrobiol. zhurn.. 57, # 4. S. 42–49.

2. Litvin V.P., Poli`shhuk V.V., Litvinenko V.M., Kucherenko I.A. (2000). Vplyv probi`otiki`v na i`munologi`chnu reaktivni`s`t` organi`zmu telyat i` ptyczi`. [The effect of probiotics on the immunological reactivity of calves and poultry] Naukova konf. prof.-vikl. skladu, naukovykh spi`vrobi`tnyki`v ta

Литвиненко В. М., Литвиненко С. М., Вергелес О. О., Фесюк Р. О.

aspìranti`v prysvyachena 80-ri`chchyu f-tu vet. mediczini. K: NAU. S. 17.

3. Yeremenko M.G., Naumenko A.S., Litvinenko V.M. (2017). Raczì`onal`ne zastosuvannya probi`otichnikh kormovikh dobavok u tvarinnicztvi`. [Rational use of probiotic feed additives in animal husbandry]. Naukovij vi`snik NUBiP Ukraini Seri`ya «Veterinarna mediczina, yaki`st` i` bezpeka produkci`yi tvarinnicztva» vip. 273. S. 109-114.

4. Litvinenko V.M. (2018). Viktoristannya i`munobakterinu za ri`znikh farmakologi`chnikh form. [The use of immunobacterin in various pharmacological forms.] Vi`snik Sums`kogo Naczì`onal`nogo agrarnogo uni`versitetu. Mi`zhnarodna naukovopraktichna konferenci`ya «Aktual`ni` pitannya virobnicztva i` vikoristannya khi`mi`oterapevtichnikh zasobi`v dlya tvarin», prisvyacheni`j 25-j ri`chniczi` pochatku

virobnichoyi di`yal`nosti` TOV «Ni`mecz`ko-Ukrayins`ka naukovo-virobnicha fi`rma «Brovafarma». Sumi. S. 229-232.

5. Kalachnyuk G.G. (1996). Probi`otiki u tvarinnicztvi`. [Probiotics in animal husbandry]. Tvarinnicztvo Ukraini. # 5. S. 16-18.

6. Ti`shkova T., Krasì`n`ko V. (2018). Zbagachennya dri`zhdzhi`v mi`kronutri`yentami. [Enrichment of yeast with micronutrients]. ГГ Mi`zhnarodna naukova konferenci`ya «Bi`otekhnologi`ya: dosvi`d, tradiczi`yi ta i`nnovaczi`yi» Naczì`onal`nij uni`versitet kharchovikh tekhnologi`j, kafedra bi`otekhnologi`yi i` mi`krobi`ologi`yi. m. Kiyiv, S.83.

7. Litvinenko V.M. (2017) Osoblivosti` zastosuvannya probi`otiku i`munobakterin-D. [Features of the probiotic immunobacterin-D]. Naukovi` dopovi`di` NUBiP Ukraini s. 8 <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/D>.

## ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ЗА СКАРМЛИВАНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ИММУНОБАКТЕРИН-D С СОДЕРЖАНИЕМ SACCHAROMYCES CEREVISIAE

В. Н. Литвиненко, С. Н. Литвиненко, А. П. Вергелес, Р. А. Фесюк

*Аннотация.* Скармливания кормовых добавок требует рациональной системы использования учитывая особенности выращивания крупного рогатого скота.

При проведении анализа полученных результатов исследований кормовая добавка Иммунобактерин-D с содержанием *Saccharomyces cerevisiae*  $2 \times 10^9$  КОЕ/г характеризуются положительным влиянием на организм животных. В опытных группах животных мы наблюдаем не только большие среднесуточные приросты по сравнению с контрольными животными, но и устойчивую тенденцию увеличения среднесуточного прироста с возрастом что непосредственно влияет на производительность будущих коров. Скармливания кормовой добавки как можно раньше после периода отела способствует увеличению надоев и повышению жирности молока.

Кормовая добавка Иммунобактерин-D с не продолжительного использования в производственных опытах на молочных фермах доказала свою эффективность в повышении продуктивности животных и как лечебно-профилактическое средство:

- сухая кормовая пробиотическая добавка Иммунобактерин-D увеличивает показатели среднесуточных приростов в месячных телят на 9,4-15%, в 3-месячных телят на 29%, и на 20% у телок 12-месячного возраста.

- применение коровам пробиотической кормовой добавки Иммунобактерин-D повышает надой у коров на 0,7-2,5 л в день.

Максимальный эффект в применении кормовой добавки Иммунобактерин-D коровам получали в период раздоявания на 21 день применения, а в летний период наблюдается также повышение жирности молока на 0,5%. Несмотря на увеличение количественных и качественных показателей молока исследовательской группы надо подчеркнуть лучшую стрессоустойчивость при влиянии факторов внешней среды у коров которым скармливали кормовую добавку.

**Ключевые слова:** Прирост живой массы, иммунобактерин, телята, телки, коровы, пробиотики, естественная резистентность, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Saccharomyces cerevisiae*

## PRODUCTIVITY OF BOVINE ANIMALS WITH FEEDING OF FEED SUPPLEMENT IMMUNOBACTERIN-D WITH SACCHAROMYCES CEREVISIAE

V. Lytvynenko, S. Lytvynenko, O. Verheles, R. Facuk

**Abstract.** Feeding of feed additives requires a rational system of use taking into account the peculiarities of cattle breeding.

When analyzing the results of studies, the feed additive Immunobacterin-D with the content of *Sacharomyces cerevisiae*  $2 \times 10^9$  CFU / g are characterized by a positive effect on the body of animals. In the experimental groups of animals, we observe larger average daily gains compared to control animals and a steady trend of increasing average daily gains with age. Which directly affects the productivity of future cows. Feeding a feed additive as early as possible after the calving period helps to increase milk yield and increase the fat content of milk.

Feed additive Immunobacterin-D for short-term use in production experiments on dairy farms has proven its effectiveness in increasing the productivity of animals and as a therapeutic and prophylactic agent in particular:

- dry feed probiotic supplement Immunobacterin-D increases the average daily gain in menstrual calves by 9,4-15%, in 3-month-old calves by 29%, and by 20% in heifers 12 months of age.

- the use of probiotic feed additive Immunobacterin-D increases the hopes of cows by 0,7-2,5 liters per day.

The maximum effect in the use of feed additive Immunobacterin-D to cows was obtained in the period of weaning on the 21st day of use, and in the summer there is also an increase in milk fat content by 0,5%. Due to the improvement of quantitative and qualitative indicators of milk of the experimental group, it is necessary to emphasize the

Литвиненко В. М., Литвиненко С. М., Вергелес О. О., Фесюк Р. О.

*better stress resistance to the influence of environmental factors in cows when feeding feed additives.*

**Keywords:** *Live weight gain, immunobacterin, calves, heifers, cows, probiotics, natural resistance, Bacillus subtilis, Bacillus licheniformis, Saccharomyces cerevisiae*

Кучерук М. Д.

УДК 636.5-035:614.9

## ГІГІЄНИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ ВОДИ ТА ҐРУНТУ ПТАХОГОСПОДАРСТВ УКРАЇНИ

М. Д. КУЧЕРУК, кандидат ветеринарних наук, доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України**E-mail: kucheruk\_md@nubip.edu.ua*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.019>

**Анотація.** *Здоров'я і продуктивність птиці залежить не тільки від генетичного потенціалу, а й від дотримання санітарно-гігієнічних настанов з утримання і вирощування птиці, якісних кормів та води. Метою дослідження було санітарно-гігієнічне і екологічне обстеження чотирьох господарств, три з яких займаються органічним виробництвом, для подальшого проведення досліджень на птиці у цих господарствах. Оскільки органічне вирощування птиці має свої особливості, зокрема щодо наявності вигульних майданчиків – було досліджено санітарно-гігієнічний стан ґрунтів, що відведені під них. Дослідження води та ґрунтів здійснювали мікробіологічними та фізико-хімічними методами. Параметри утримання птиці оцінювали візуально та перевіряли на відповідність до гігієнічних настанов. За результатами дослідження виявлено належну якість води для напування птиці в усіх господарствах. Разом з тим у пробах води з господарства № 4 відзначено достовірно вищий рівень сухого залишку, сульфатів і хлоридів, однак їх значення не перевищували максимально допустимий рівень. Щодо ґрунтів на вигульних майданчиках у господарстві № 1 встановлено високий вміст гумусу – 5,8 %, значну концентрацію азоту як амонійного (11 мг/кг) так і нітратного (34,8 мг/кг), та обмінного калію – 191,8 мг/кг. На нашу думку, високі рівні цих речовин пов'язані із застосуванням хімічно синтезованих азотистих, калійних та інших добрив. Отже такий ґрунт є непридатним для облаштування пасовища (вигульного майданчику) для органічної птиці. Загальне мікробне число ґрунту було найменшим у господарства №3 та 4, де використовуються ротаційні пасовища для птиці. Наявність пасовищ при вирощуванні органічної птиці є одним із основних критеріїв благополуччя. Отже, проведеним гігієнічним аналізом господарств № 2, 3 та 4 встановлено придатність їх ґрунтів до облаштування пасовищ для органічного птахівництва, а води – для напування птиці.*

**Ключові слова:** *санітарія, гігієна, пасовища, якість води, утримання птиці, органічне виробництво, птиця*

**Актуальність.** Органічне виробництво для збереження довкілля. птахівництво втілює основні «Органічне сільське господарство принципи стратегії «Єдиного повинне, в довгостроковій здоров'я», а також сталої перспективі, підтримувати здоров'я природокористування й екологізації як конкретних об'єктів, з якими має

Кучерук М. Д.

справу (грунт, рослина, тварина, людина), так і всієї планети» – IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements - Міжнародна федерація органічного сільськогосподарського руху).

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Виробництво органічної продукції птахівництва – досить складний процес, що раціонально поєднує в собі традиційні методи ведення господарства, інноваційні технології та сучасні науково-технічні розробки, які позитивно позначаються на виробничих процесах та стані навколишнього середовища (*Hadzala & Kaminsky, 2016*).

Для того, щоб отримати якісну і безпечну органічну продукцію птахівництва необхідна якісна годівля - виключно кормами, що вирощені органічним способом (сертифікат), напування чистою, доброякісною водою, забезпечення дотримання умов благополуччя птиці (5 свобод), дотримання санітарно-гігієнічних норм мікроклімату приміщення тощо (*Zubets et al., 2000; Kucheruk et al., 2017*). Напування птиці доброякісною водою має велике значення для підтримання її здоров'я і продуктивності. Вода необхідна для роботи всіх органів та обміну речовин (*Fiquervon, 2013*). Якщо вода має незадовільні органолептичні властивості (мутна, зі стороннім запахом і неприємним смаком) та мінеральний склад, то вона може

істотно впливати на стан здоров'я птиці, її продуктивність та якість продукції (*Orishchuk et al., 2017*) Попередження виникнення інфекційних захворювань також займає визначне місце. Оскільки профілактичні антибіотики категорично заборонено використовувати у органічному птахівництві – основну увагу слід зосереджувати на недопущення занесення в господарство збудників інфекційних і інвазійних захворювань (ЗУ Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції).

На стан здоров'я птиці найбільше впливають такі фактори як: якість та санітарна безпечність води, якість кормів, відповідність умов утримання та бактеріологічне забруднення пташнику. Разом з тим, за вимогами нормативних документів ЄС та України з органічного виробництва – для вирощування органічної птиці – корми і пасовища мають бути органічними, вода чистою, а умови утримання мають задовольняти благополуччя птиці.

Досить часто, як у невеликих фермерських господарствах, так і на великих птахокомплексах можуть порушуватися санітарно-гігієнічні умови вирощування й утримання продуктивної птиці (*Crandall et al., 2009*) (не витримуються санітарні перерви між посадками птиці, що веде до біологічної втоми приміщень, неякісно проводиться дезінфекція,

Кучерук М. Д.

перевищується щільність посадки птиці, не контролюється якість підстилкового матеріалу тощо). При виникненні захворювань птиці – не проводяться лабораторні дослідження для встановлення чутливості мікроорганізмів до антибіотиків та підбору ефективного лікувального препарату, а здійснюється лікування антибіотичними препаратами широкого спектру дії без визначення чутливості до них мікроорганізмів. Цим створюються умови що сприяють можливості багаторазового пасажування збудників через підстилку і ґрунт, і підвищенню їх вірулентності та стійкості до антибіотиків. У результаті чого більша частина існуючих антибіотиків безсила проти збудників таких захворювань як колібактеріоз, стрептококоз, стафілококоз, псевдомоноз та інших (*Crandall et al., 2009*).

**Метою** дослідження було обстеження води і ґрунтів (під пасовище для птиці) чотирьох птахогосподарств, для встановлення можливості вирощування органічної птиці.

**Матеріали і методи дослідження.** Якість води оцінювали за ДСанПіН 2.2.4–171–10. Санітарно-гігієнічний стан джерел та систем водопостачання досліджували методом санітарно-топографічного обстеження колодязів та свердловин. Санітарно-гігієнічну оцінку якості води проводили за органолептичними

(запах, смак та присмак, забарвленість, каламутність), фізико-хімічними показниками. Оцінювали санітарно-технічний стан розподільної мережі і напувалок, визначали можливість впливу природних та антропогенних чинників на формування якості води.

Для визначення загального мікробного числа води (ЗМЧ) проби води відбирали у стерильні флакони місткістю 500 см<sup>3</sup>. Досліджували методом глибинного посіву проби води у поживний агар і враховували всі колонії мікроорганізмів, що виростили при температурі 36±1°C протягом 24±2 годин в глибині та на поверхні поживного агару, які можна було побачити за допомогою лупи. Крім того враховували наявність у господарства органічних кормів для птиці з сертифікатами відповідності.

Відбір проб ґрунту проводили у 4 точках вибраної ділянки на глибині 10-15 см. Об'єднану пробу досліджували загальновідомими методами серійних розведень та посіву на щільні та рідкі селективні поживні середовища. Оцінку ступеня забруднення ґрунту проводили шляхом визначення загального мікробного числа й кількісного аналізу основних індикаторних мікроорганізмів. Санітарно-показові бактерії ґрунту: кишкова паличка, ентерокок, *Clostridium perfringens* – показники фекального забруднення і термофільні мікроорганізми. Колі індекс – кількість бактерій групи

Кучерук М. Д.

кишкової палички в 1 г ґрунту 1(ДСТУ 4362:2004). Обробку отриманого цифрового матеріалу проводили за допомогою програми MS Office, Excel.

**Результати дослідження та їх обговорення.** За результатами обстеження чотирьох господарств було обрано три з них для проведення подальшого наукового випробування натуральних профілактичних препаратів на органічній птиці.

### Санітарно-гігієнічне обстеження господарства № 1.

Господарство перехідного типу, має на меті через кілька років

сертифікувати виробництво.

Були визначені санітарно-гігієнічні показники води (табл. 1) та ґрунту (табл. 2) цього господарства. Перевірено відповідність розміщення свердловин та водонапірних башт.

Проби води в господарстві № 1 були відібрані з крану після водонапірної башти, що сприяє частковому очищенню води від надлишку вмісту заліза, отже цей показник якості води в господарстві не перевищував нормативні значення ДСан-ПіН для питної води, така вода є придатною для напування тварин і птиці.

#### 1. Якість води (господарство № 1), $M \pm m$ , $n = 3$

№	Показник	Одиниці виміру	Значення	За ДСан-ПіН
1	Водневий показник	Одиниці рН	7,1±0,2	6,5-8,5
2	Сухий залишок	мг/л	187,0±12,0	≤ 1000
3	Жорсткість загальна	мг-екв/л	3,0±0,02	≤ 7,0
4	ЗМЧ	КУО/л	38,0±0,5	≤100
5	Сульфати	мг/л	<50,0	≤ 250
6	Хлориди	мг/л	65,0±2,1	≤ 250
7	Залізо загальне	мг/л	0,6±0,002	≤ 1,0
8	Нітрити	мг/л	сліди	≤ 3,3
9	Нітрати	мг/л	сліди	≤ 50,0
10	Кальцій	мг/л	40,3±2,2	Не визначається
11	Магній	мг/л	5,7±0,3	Не визначається

За органолептичними показниками (запах, смак та присмак, забарвленість, каламутність) вода зі свердловини у господарстві відповідала нормативним значенням для води питної за ДСан-ПіН.

Ґрунти господарства № 1 представлені чорноземами, однак для боротьби з бур'янами два роки назад

ще використовувалися гербіциди та синтетичні добрива, що заборонено в органічному виробництві (ЗУ Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції, 2018). Дослідження на вміст залишкових кількостей вказаних речовин не проводилося, оскільки

Кучерук М. Д.

грунт ще не очистився, та не відновився його мікробіоценоз. Для успішного проходження органічної сертифікації після останнього застосування цих речовин має пройти

не менше ніж 3-5 років. Було проведено дослідження якості ґрунтів для оцінки їх родючості та придатності до використання у якості пасовища для птиці.

## 2. Санітарно-гігієнічні показники ґрунту (господарство № 1), $M \pm m$ , мг/кг, $n = 3$

Показник, од. вим.	Результати випробувань	Групування ґрунтів за показниками родючості згідно НД
pH сольової витяжки, pH	7,7±0,30	слабко лужні
Органічна речовина (гумус),%	5,8±0,58	дуже високий рівень
Фосфор рухомий	14,6±2,18	низький рівень
Калій обмінний	191,8±19,18	середній рівень
Азот амонійний	11,0±0,19	підвищений рівень
Азот нітратний	34,8±5,22	підвищений рівень

Як видно з таблиці 2 – ґрунти в господарстві з високим вмістом гумінових речовин, слабко лужні. Разом з тим, зафіксовано значно підвищений рівень вмісту загального азоту. Рівні загального азоту (сума амонійного азоту та нітратного азоту), які перевищують 20 мг/кг, можуть завдати шкоди корінню. Також у пробах ґрунту з господарства № 1 виявлено вищий вміст обмінного калію (на 30,60%, 28,83%, 19,60%), порівняно з пробами ґрунту з господарств №2, №3 та №4 відповідно. На нашу думку, високі рівні цих речовин пов'язані із застосуванням хімічно синтезованих азотистих та калійних добрив. Отже такий ґрунт є непридатним для облаштування пасовища (вигульного майданчику) для органічної птиці.

На ділянці, вигульного майданчику, який раніше

використовувався для вирощування птиці у №1, санітарно-мікробіологічною оцінкою ґрунту встановлено  $ЗМЧ < 5 \times 10^6$ ; титр БГКП становить 0,5; перфрінгенс-титр – 0,01; кількість термофільних бактерій у 1 г –  $10^4$ . Це означає, що ґрунт слабко забруднений, він придатний для вирощування на ньому трави для випасу курчат.

У господарстві вирощуються кури породи «Геркулес», яких утримують на незмінній підстилці протягом року. В господарстві здійснюється інкубація яєць. Ремонтний молодняк утримується в приміщенні переобладнаного корівника групами по 30-350 голів. Використовується підстилка з соломи.

Господарство № 1 не було обраним для проведення науково-виробничого дослідження на птиці, однак

Кучерук М. Д.

проведені у ньому санітарно-гігієнічні дослідження, зокрема, вмісту мікроорганізмів у повітрі пташників дають можливість для порівняння, оскільки птиця утримувалась в умовах вільного виходу, та усвідомлення загальної ситуації у фермерських птахогосподарствах.

### Санітарно-гігієнічне обстеження господарства №2.

Зазвичай ґрунт є несприятливим середовищем для більшості патогенних видів бактерій, вірусів, грибів, найпростіших. Проте як фактор передачі низки збудників інфекційних захворювань, він відіграє важливу роль. Ступінь обсіменіння ґрунту мікроорганізмами залежить від його характеру та хімічного складу. Основні представники мікрофлори ґрунту: нітрифікуючі, денітрифікуючі, азотфіксуючі бактерії, сірко-, залізобактерії, гриби, найпростіші.

### 3. Санітарно-гігієнічні показники ґрунту (господарство № 2) $M \pm m$ , мг/кг, n = 3

Показник, од. вим.	Результати випробувань	Групування ґрунтів за показниками родючості згідно НД
pH водної витяжки, pH	7,3±0,20	---
pH сольової витяжки, pH	6,5±0,15	Нейтральні
Органічна речовина (гумус), %	2,7±0,54	середній рівень
Фосфор рухомий	29,6±4,44	середній рівень
Калій обмінний	58,7±5,87	Низький рівень
Азот амонійний	4,3±0,86	Низький рівень
Азот нітратний	1,4 ±0,21	Низький рівень

Встановлено, що вміст азоту в ґрунтах господарства № 2 – низький, отже утримання птиці на вигульних

Вміст гумусу та калію обмінного в ґрунтах господарства №1 вищий, ніж у ґрунтах господарства № 2 (табл. 3, 4). Це можна пояснити тим, що у господарстві №1 раніше використовувались деякі види пестицидів й господарство не змогло пройти сертифікацію на отримання статусу «органічне». Тому термін перехідного періоду господарства продовжено.

Господарство № 2 має офіційно підтверджений статус органічного господарства. На ділянці, що була виділена для облаштування вигульного майданчику для птиці санітарно-мікробіологічною оцінкою ґрунту господарства №2 встановлено ЗМЧ  $>5 \cdot 10^5$ ; титр БГКП становить 1,5; перфрінгенс-титр – 0,5; кількість термофільних бактерій в 1 г –  $10^2$ , це означає, що ґрунт чистий, придатний для вирощування на ньому трави для пасовища курчат.

майданчиках збагатить ґрунти поживними речовинами посліду. Результати досліджень показали

Кучерук М. Д.

відповідність ґрунтів господарства № 2, чинному сертифікату оператора органічного ринку.

На території ферми є дві криниці. Водопостачання здійснюється за допомогою насосних станцій. ДСанПіН 2.2.4–171–10 встановлює вимоги до води з колодязів та

каптажів, де гранично допустима концентрація заліза у воді не повинна перевищувати 0,1 мг на дм<sup>3</sup> (літр). Вміст заліза, як і інших важких металів не перевищує ГДК, отже може використовуватись для напування птиці (табл. 4).

#### 4. Якість води (господарство № 2), $M \pm m$ , $n = 3$

Показник	Одиниці вимірювання	Значення	За ДСан-ПіН
Водневий показник	Одиниці рН	6,83 ±0,20	6,5-8,5
Сухий залишок, мг/л	мг/л	224,00±5,30	≤ 1000
Жорсткість загальна мг-екв/л	мг-екв/л	3,01 ±0,02	≤ 7,0
ЗМЧ	КУО/л	77,00 ±0,9	≤100
Сульфати	мг/л	71,50 ±1,27	≤ 250
Хлориди	мг/л	7,10 ±0,02	≤ 250
Залізо загальне		0,81 ±0,03	≤ 1,0
Мідь		0,01±0,0001	≤ 1,0
Цинк		0,03 ±0,001	≤ 1,0
Свинець		0,02 ±0,001	≤ 0,010
Марганець		0,021±0,001	≤ 0,05

Виявлено незначне підвищення значень вмісту заліза у воді, порівняно з іншими господарствами, було рекомендовано відстоювати таку воду, перед напуванням птиці для осадження іонів заліза та зменшення його концентрації у воді. За органолептичними показниками (запах, смак та присмак, забарвленість, каламутність) вода зі свердловини у господарстві відповідала нормативним значенням для води питної за ДСан-ПіН.

Загальне мікробне число у воді з криниці господарства №2 становило 77,00±1,60 КУО/мл, що вірогідно

вище, порівняно з пробами води з інших господарств. Отже, вода в господарстві придатна для напування птиці.

#### Санітарно-гігієнічне обстеження господарства №3.

Водопостачання в цьому господарстві здійснюється зі свердловини. Вода не містить сторонніх домішок, безбарвна, прозора, приємна на смак, не має присмаку та запаху.

Вода відповідає чинним ДСан-ПіН та придатна для споживання людиною та напування тварин і птиці (табл. 5).

Кучерук М. Д.

**5. Якість води (господарство № 3),  $M \pm m$ ,  $n = 3$**

Показник	Одиниці вимірювання	Значення	За ДСан-ПіН
Водневий показник	Одиниці рН	6,70 ± 0,20	6,5-8,5
Сухий залишок	мг/л	289,3 ± 3,70	≤ 1000
Загальна жорсткість	мг-екв/л	3,64 ± 0,10	≤ 7,0
ЗМЧ	КУО/л	53,00 ± 3,70	≤ 100
Сульфати	мг/л	27,10 ± 1,40	≤ 250
Хлориди	мг/л	29,3 ± 0,94	≤ 250
Залізо загальне	мг/л	0,69 ± 0,08	≤ 1,0
Мідь	мг/л	0,03 ± 0,002	≤ 1,0
Цинк	мг/л	0,01 ± 0,002	≤ 1,0
Свинець	мг/л	0,007 ± 0,0003	≤ 0,010
Марганець	мг/л	0,025 ± 0,001	≤ 0,05

У господарстві здійснюється ротація пасовищ з метою оздоровлення ділянок ґрунту від бактеріального забруднення та паразитів, проходження процесів

самоочищення, а також для відновлення шару трав'яного покриву. Однак їх не переорюють і не засівають травою.

**6. Санітарно-гігієнічні показники ґрунту (господарство № 3)  $M \pm m$ , мг/кг,  $n = 3$**

Показник, од. вим.	Результати випробувань	Групування ґрунтів за показниками родючості
рН водної витяжки, рН	7,10 ± 0,30	---
рН сольової витяжки, рН	6,20 ± 0,15	Нейтральні
Органічна речовина (гумус), %	2,13 ± 0,18	Низький рівень
Фосфор рухомий	22,10 ± 0,25	Низький рівень
Калій обмінний	55,30 ± 0,75	Низький рівень
Азот амонійний	4,40 ± 0,33	Низький рівень
Азот нітратний	1,60 ± 0,52	Низький рівень

Водневий показник ґрунтів у органічному птахогосподарстві № 3 нейтральний, але близький до слабко-кислого. Низький вміст гумусу, фосфору, калію і азоту. Отже ґрунти придатні для випасу птиці, не забруднені надмірною кількістю

азоту. Санітарно-мікробіологічною оцінкою ґрунту господарства № 3 встановлено ЗМЧ  $> 5 \cdot 10^4$ ; титр БГКП становить 0,5; перфрінгенс-титр – 0,5; кількість термофільних бактерій в 1 г –  $10^2$ . Ґрунт придатний для вирощування на ньому трави для

Кучерук М. Д.  
пасовища курчат.

Разом з тим, у господарстві № 3 виявлено ряд невідповідностей і порушень санітарно-гігієнічних норм щодо утримання птиці. Зокрема, відсутність суцільного паркану (що дає можливість проникати на територію господарства стороннім особам, тваринам, шкідникам) і недостатність проведення санітарних заходів – дезінфекції ліній годівлі й напування, інвентарю та обладнання, відсутність водопостачання у пташниках.

### Санітарно-гігієнічне обстеження господарства № 4

Дослідження проб поверхневих шарів ґрунту відібраних на ділянках пасовищ для курей-несучок показали відповідність показників щодо відсутності забруднення послідом вигульних майданчиків. Оскільки в господарстві використовується кілька пасовищ для птиці, з метою здійснення ротації, то процеси самоочищення ґрунту під дією факторів зовнішнього середовища (дощі, вітер, прямі сонячні промені, мікроорганізми та комахи) проходять досить швидко. До того ж пасовища двічі на сезон переорюють і засівають органічними злаковими культурам.

### 7. Санітарно-гігієнічні показники ґрунту (господарства №4) $M \pm m$ , мг/ кг, n = 3

Показник, од. вим.	Результати випробувань	Групування ґрунтів за показниками родючості
рН сольової витяжки, рН	7,07±0,16	Нейтральні
Органічна речовина (гумус), %	2,89±0,49	Низький рівень
Фосфор рухомий	125,70±24,29	Високий рівень
Рухома сірка	2,93±0,94	Низький рівень
Калій рухомий	37,60±6,52	Низький рівень
Азот амонійний	7,10±0,44	Низький рівень
Азот нітратний	7,93 ±1,79	Низький рівень

Санітарно-мікробіологічною оцінкою ґрунту господарства № 4 встановлено ЗМЧ  $\leq 5 \cdot 10^3$ ; титр БГКП становить 0,5; перфрінгенс-титр – 0,5; кількість термофільних бактерій в 1 г –  $10^2$ . Отже, ґрунт придатний для вирощування на ньому трави для пасовища курчат.

Питна вода, призначена для

споживання тваринами, повинна відповідати таким гігієнічним вимогам: бути безпечною в епідемічному й радіаційному відношенні, мати сприятливі органолептичні властивості і нешкідливий хімічний склад (табл. 7). Також підземне вододжерело має бути надійно захищене від

Кучерук М. Д.

біологічного, хімічного та радіаційного забруднення. З цієї метою в господарстві облаштовано артезіанську свердловину. З неї здійснюється напування птиці.

Досліджені проби води підтвердили її відповідність ДСан-ПіН (табл. 8), вода зі свердловини придатна для напування птиці.

### 8. Санітарно-гігієнічні показники води (господарство №4), $M \pm m$ , $n = 3$

Показник	Одиниці вимірювання	Значення	За ДСан-ПіН
Водневий показник	Одиниці рН	7,40 $\pm$ 0,20	6,5-8,5
Сухий залишок	мг/л	881,10 $\pm$ 19,50	$\leq$ 1000,00
Жорсткість загальна	мг-екв/л	8,50 $\pm$ 0,12	$\leq$ 7,00
ЗМЧ	КУО/л	15,12 $\pm$ 0,90	$\leq$ 100,00
Сульфати	мг/л	211,20 $\pm$ 4,31	$\leq$ 250,00
Хлориди	мг/л	123,70 $\pm$ 0,02	$\leq$ 250,00
Залізо загальне	мг/л	0,50 $\pm$ 0,01	$\leq$ 1,00
Нітрити	мг/л	0,003 $\pm$ 0,001	$\leq$ 3,30
Нітрати	мг/л	8,50 $\pm$ 0,02	$\leq$ 50,00

Разом з тим у пробах води з господарства № 4 відзначено достовірно вищий рівень сухого залишку (881 мг/л), сульфатів (211 мг/л), і хлоридів (123 мг/л), порівняно зі значеннями аналогічних показників у пробах води з інших господарств, однак їх значення не перевищували МДР.

Отже, показники ґрунтів та води обстежених господарств є задовільними для органічного вирощування птиці, оскільки відповідають вимогам органічного виробництва, а середній і низький рівень родючості та вмісту гумінових та поживних речовин в ґрунті є прийнятним для органічного виробництва на початкових етапах становлення, це також є свідченням того, що не застосовуються додаткові синтетичні добрива. Однак навіть

низький рівень родючості ґрунтів є задовільним для облаштування вигульних майданчиків, адже потрібен просто майданчик вкритий рослинністю. Натомість, внаслідок випасання на такому майданчику птиці – він природнім чином збагачуватиметься органічними добривами.

Крім того, для забезпечення високої ефективності органічного виробництва необхідно дотримуватись загальноприйнятих санітарно-гігієнічних норм і правил, що регламентують роботу птахівничих підприємств.

#### Висновки і перспективи.

1. Проведений гігієнічний аналіз обстежуваних господарств з оцінкою основних показників води та ґрунтів, довів відповідність до вимог органічного птахівництва

Кучерук М. Д.

господарств № 2, 3 та 4. У подальшому саме в цих господарствах планується проведення науково-виробничих дослідів на птиці.

2. Встановлено належну якість води для напування птиці в усіх господарствах (відповідає вимогам ДСТУ). Дотримання санітарно-гігієнічних вимог щодо якості води – запорука здоров'я і належної продуктивності птиці.

3. Щодо ґрунтів на вигульних майданчиках у господарстві № 1 встановлено високий вміст азоту як

#### Список використаних джерел

1. Оріщук О.С., Милостивий Р.В., Рубан Н.О., Тихоненко В.А. Забезпечення безпеки та якості води в тваринництві: нормативно-правові аспекти Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. 2017. №5 (1). с. 80-84.

2. Fiquervon J., Garcia S., Stenger A. Land use impact on water quality: Valun forest services in terms of the water supply sector. *Journal of Environmental Management*. Vol. 126, 15 September, 2013. P. 113–121.

3. Закон України Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2018, № 36, ст.275.

4. Зубець М. В., Медведєв В. В., Балюк С. А. Розвиток і наукове забезпечення органічного землеробства в європейських країнах. *Вісник аграр. науки*. 2000. № 10. С. 5-8.

5. Кучерук М. Д., Засєкін Д. А., Димко Р. О., Щербина О. А. Санітарно-гігієнічні умови утримання птиці за органічного вирощування як чинник продуктивності". *Біоресурси і природокористування України*. 2017. № 5-6, т. 9. Режим доступу:

амонійного (11 мг/кг) так і нітратного (34,8 мг/кг), та обмінного калію – 191,8 мг/кг. На нашу думку, високі рівні цих речовин пов'язані із застосуванням хімічно синтезованих азотистих та калійних добрив. Отже такий ґрунт є непридатним для облаштування пасовища (вигульного майданчику) для органічної птиці.

4. Загальне мікробне число ґрунту було найменшим у господарствах № 3 та 4, де використовуються ротаційні пасовища для птиці.

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/9605>

6. ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=67099](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=67099)

7. ДСТУ ISO 15586:2012 Якість води. Визначення мікроелементів методом атомно-абсорбційної спектроскопії з графітовою пічкою (ISO 15586:2003, IDT) [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=52304](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=52304)

8. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія / Національна академія аграрних наук України, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН» ; за ред. Я. М. Гадзала, В. Ф. Камінського. Київ: Аграрна наука, 2016. 592 с.

9. Crandall S. P., Seideman G. S., Ricke C. A. (2009) Organic poultry: Consumer perceptions, opportunities, and regulatory issues [Електронний ресурс]. *The Journal of Applied Poultry Research*. Vol. 18, issue 4, 1 December. P. 795–802. Режим доступу : <https://doi.org/10.3382/japr.2009-00025>

#### References

1. Orischuk O.S., Milostiviy R.V., Ruban N.O., Tihonenko V.A. (2017)

Кучерук М. Д.

Zabezpechennya bezpeki ta yakosti vodi v tvarinnitstvi: normativno-pravovi aspekti [Ensuring water safety and quality in animal husbandry: regulatory aspects] *Naukovo-tehnicniy byuleten NDTs biobezpeki ta ekologichnogo kontrolyu resursiv APK* 5 (1), 80-84.

2. Fiquervon J., Garcia S., Stenger A. (2013) Land use impact on water quality: Valuny forest services in terms of the water supply sector. *Jornal of Environmental Management*. 126, 15 September, 113–121.

3. Law of Ukraine On basic principles and requirements for organic production, circulation and labeling of organic products. Verkhovna Rada (BBR) Notices, 2018, No. 36 (in Ukrainian).

4. Zubets M.V., Medvedev V.V., Balyuk S.A. (2000) Rozvytok i naukove zabezpechennya orhanichnoho zemlerobstva v yevropeyskykh krainakh [Development and scientific support of organic farming in European countries]. *Bulletin of agrarians science* 10., 5-8 (in Ukrainian).

5. Kucheruk M.D., Zasekin D.A., Dimko R.A., Shcherbina O.A. (2017) Sanitarno-gigienichni umovi utrimannya ptitsi za organschnogo viroschuvannya yak chinnik produktivnosti [Sanitary and hygienic conditions of keeping poultry for organic cultivation as a factor of productivity].

*Bioresources and nature management of Ukraine*. 5-6 (9). (in Ukrainian) Access Mode:<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/9605>.

6. DSTU 4362: 2004 Yakist gruntu. Pokazniki rodyuchosti gruntiv [Soil quality. Soil fertility rates]. Access mode: [http://online.budstandart.com/en/catalog/doc-page?id\\_doc=67099](http://online.budstandart.com/en/catalog/doc-page?id_doc=67099) (in Ukrainian).

7. DSTU ISO 15586: 2012 Water quality. Determination of trace elements by graphite furnace atomic absorption spectrometry (ISO 15586: 2003, IDT) [Electronic resource]. Access mode: [http://online.budstandart.com/en/catalog/doc-page?id\\_doc=52304](http://online.budstandart.com/en/catalog/doc-page?id_doc=52304) (in Ukrainian).

8. Hadzal Ya. M., Kaminsky V.F. (2016) Naukovi osnovi virobnitstva organichnoyi produktsiyi v Ukrayini : monografiya [Scientific bases of organic production in Ukraine: monograph] *National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, National Science Center"; NAAS Institute of Agriculture"*, Kyiv: Agrarian Science, 592 (in Ukrainian).

9. Crandall S. P., Seideman G. S., Ricke C. A. (2009) Organic poultry: Consumer perceptions, opportunities, and regulatory issues, *The Journal of Applied Poultry Research*. 18(4), 795–802 <https://doi.org/10.3382/japr.2009-00025>

## ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ВОДЫ И ПОЧВЫ ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВ УКРАИНЫ

М. Д. Кучерук

*Аннотация.* Здоровье и продуктивность птицы зависит не только от генетического потенциала, но и от соблюдения санитарно-гигиенических норм по содержанию и выращиванию птицы, качественных кормов и воды. Целью исследования было санитарно-гигиеническое и экологическое обследование четырех хозяйств, три из которых занимаются органическим производством, для дальнейшего проведения исследований на птице в этих хозяйствах. Поскольку органическое выращивание птицы имеет свои особенности, в частности, наличие выгульных площадок - было исследовано санитарно-гигиеническое состояние почв, отведенных под них. Исследование воды и почв осуществляли микробиологическим и физико-химическими методами. Параметры содержания птицы оценивали визуально контролировали также соответствие гигиенических требований к содержанию птицы. В результате

Кучерук М. Д.

исследований выявлено надлежащее качество воды для поения птицы во всех хозяйствах. Вместе с тем в пробах воды из хозяйства № 4 отмечено достоверно более высокий уровень сухого остатка, сульфатов и хлоридов, однако их значение не превышали максимально допустимый уровень. В почве на выгульных площадках в хозяйстве № 1 установлено высокое содержание гумуса - 5,8%, значительную концентрацию азота как аммонийного (11 мг / кг), так и нитратного (34,8 мг / кг), и обменного калия - 191,8 мг / кг. На наш взгляд, высокие уровни этих веществ связаны с применением химически синтезированных азотистых, калийных и других удобрений. Такой грунт непригоден для обустройства пастбища (выгульной площадки) для органической птицы. Общее микробное число почвы было достоверно наименьшим в хозяйствах №3 и 4, где используются ротационные пастбища для птицы. Наличие пастбищ при выращивании органической птицы является одним из основных критериев благополучия. Итак, проведенным гигиеническим анализом хозяйств № 2, 3 и 4 установлена пригодность их почв к обустройству пастбищ для органического птицеводства, а воды - для поения птицы.

**Ключевые слова:** санитария, гигиена, пастбища, качество воды, содержание птицы, органическое производство, птица

## HYGIENIC INSPECTION OF WATER AND SOIL ON UKRAINIAN POULTRY FARMS M. D. Kucheruk

**Abstract.** *The poultry health and productivity depends not only on genetic potential, but also on compliance with sanitary and hygienic guidelines for keeping and raising poultry, quality feed and water. The purpose of the study was a sanitary, hygienic and environmental survey of four farms, three of which are engaged in organic production, for further research on poultry in these farms. As organic poultry farming has its own peculiarities, in particular in terms of the availability of walking areas, the sanitary and hygienic condition of the soils allocated for them studied. Studies of water and soils by conventional microbiological and physicochemical methods. Poultry housing parameters assessed visually and checked for compliance with hygiene guidelines. The results of the study revealed the proper quality of water for watering poultry in all farms. At the same time, significantly, higher levels of dry residue, sulfates and chlorides noted in water samples from farm № 4, but their values did not exceed the maximum allowable level. Regarding the soils on the playgrounds in the farm № 1 high content of humus - 5.8 %, a significant concentration of nitrogen, both ammonium (11 mg / kg) and nitrate (34.8 mg / kg), and exchangeable potassium - 191.8 mg / kg. In our opinion, high levels of these substances are associated with the use of chemically synthesized nitrogen, potassium and other fertilizers. Therefore, such soil is unsuitable for arranging pastures (walking grounds) for organic birds. The total soil microbial count was lowest in farms № 3 and 4, where rotary pastures for poultry are used. The presence of pastures in the cultivation of organic poultry is one of the main criteria of animal welfare. Thus, the conducted hygienic analysis of farms № 2,*

Кучерук М. Д.

*3 and 4 established the suitability of their soils for the arrangement of pastures for organic poultry farming, and water - for watering poultry.*

**Keywords:** *sanitation, hygiene, pastures, water quality, poultry keeping, organic, poultry*

**СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ФАКЕЛУ ГОРІННЯ ПІД  
ЧАС СПАЛЮВАННЯ ГАЗУ У ВИРОБНИЦТВІ  
ДЕРЕВИННОСТРУЖКОВИХ ПЛИТ****В. М. ГОЛОВАЧ**, кандидат технічних наук**З. С. СІРКО**, кандидат технічних наук*Національний університет біоресурсів і природокористування України***Е. А. СТАРИШ**, завідувач сектором**Д. П. ТОРЧИЛЕВСЬКИЙ**, науковий співробітник**Л. Л. КІСІЛЬ**, науковий співробітниця*Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»*

E-mail: z.sirko@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.020>

***Анотація.** У статті наведено результати досліджень зі створення системи автоматичного контролю факелу горіння у газовому пальнику під час виробництва деревинностружкових плит. Проведено аналіз існуючих систем контролю факелу горіння під час спалювання газу у водогрійних та парових котлах, які використовують у виробництві плитних матеріалів на основі деревинних відходів в якості теплових генераторів. Показано, що для контролю наявності факелу горіння використовують системи на основі іонізаційних та фотоелектричних датчиків. Система контролю факелу горіння на основі іонізаційного датчика має суттєвий недолік – чутливий елемент датчика (електрод) під час роботи знаходиться в зоні високої температури, тому електрод поступово перегоряє, з часом іонізаційний датчик втрачає чутливість і перестає працювати. Тому його необхідно часто замінювати, що вимагає додаткових часу і коштів. Крім того, система контролю факелу під час роботи з іонізаційним датчиком, електроди якого підгоріли, може дати збій. Система на основі фотоелектричних датчиків таких недоліків не має. В роботі проведено також аналіз сучасних методів та засобів контролю факелу горіння з метою зменшення енерговитрат. Аналіз існуючих методів, приладів, датчиків дозволили вибрати метод та технічні засоби контролю факелу горіння у газовому пальнику під час виробництва деревинностружкових плит.*

***Ключові слова:** факел, пальник газовий, котел водогрійний, пристрій контролю, автоматичний режим, алгоритм, датчик, мікропроцесор, система, зразок, випробування, аналіз, автокореляція*

**Актуальність.** Аналіз існуючих систем контролю факелу горіння, які встановлені на парових котлах типу ДКВР, працюють із застарілими газовими пальниками у ручному

режимі регулювання та розпалювання [1-4]. Повітря для спалювання газу подають до камери спалювання вентилятором. Якщо повітря у камері недостатньо, газ спалюється

Головач В. М., Сірко З. С., Стариш Е. А., Торчишевський Д. П., Кісіль Л. Л.

неповністю і викидається в атмосферу, що екологічно та економічно недоцільно. Зайве повітря охолоджує камеру, при цьому утворюється двоокис азоту, що небезпечно для людини та оточуючого середовища. Експлуатація котлів з такими пальниками економічно невигідна та небезпечна. На заводах з виробництва деревинностружкових плит для заощадження газу в газових топках спалюють деревний пил, що утворюється під час технологічного процесу виробництва плит. Основна маса деревного пилу утворюється під час шліфування деревинностружкових плит. Деревинностружкові плити після виходу з пресу гарячого пресування мають значну нерівномірність товщини як в партії плит, так і в межах однієї плити. Діючим стандартом дозволяється відхилення товщини плит від номінальної не більше  $\pm 0,6$  мм. В практиці роботи підприємств різнововщинність плит нерідко сягає  $\pm 1,0$  мм. Така різнововщинність утруднює використання деревинностружкових плит. Тому плити виготовляють з припуском за товщиною 1,5 мм, який потім знімають в процесі калібрування. На даний час плити калібруються тільки шліфуванням. Для виробництва плит в переважній більшості використовують деревину хвойних та м'яких листяних порід. Окрім деревинної стружки в плиті

знаходиться в'язуче (в основному мочевиноформальдегідні смоли) та допоміжні матеріали, що діють як каталізатори (їдкий натрій, гашене вапно, кислоти та солі кислот – соляної, сірчаної, щавелевої, лимонної, хлористий амоній, хлористий цинк та інше). Всі ці речовини знаходяться в складі пилу, який отримують в процесі шліфування. Деревинний пил спалюють в газових топках, що дає можливість економити природний газ та покращити екологію виробництва – нема потреби утилізувати відходи виробництва у вигляді пилу. У разі зникнення факелу газового пальника під час ошадного спалювання суміші газу та деревинного пилу, необхідно припинити постачання пилу через пилову форсунку. Невиконання цієї умови може призвести до вибуху газо-пилової суміші.

Автори поставили перед собою завдання розробити систему контролю процесу горіння пальника з метою попередження пожежонебезпечних ситуацій.

**Мета досліджень** – розробити систему автоматичного контролю факелу горіння під час спалювання газо-пилової суміші у виробництві деревинностружкових плит.

**Методика досліджень.** Для визначення характеристик горіння пальника визначали інерційність фотодатчика, обраного для вимірювання яскравості. Для цього встановлювали кінокамеру з

Головач В. М., Сірко З. С., Стариш Е. А., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л.

направленням її на пальник. За допомогою відповідного програмного забезпечення (ACF) розклали зображення на окремі фрагменти та знімали статистичні характеристики яскравості горіння пальника за допомогою фотометра. Результати досліджень обробляли за допомогою програми ACF. З використанням програми ФЛА знаходили автокореляційну функцію процесу горіння та робили висновки щодо

застосування отриманих результатів для налагодження параметрів системи контролю.

### Результати досліджень.

Дослідження процесу горіння факелу пальника проводили за допомогою програми PC – LINK. За допомогою цієї програми були отримані значення осцилограми заміру яскравості факелу горіння пальника (Рис. 1) вихідного сигналу фото датчика, направлено на полум'я пальника.

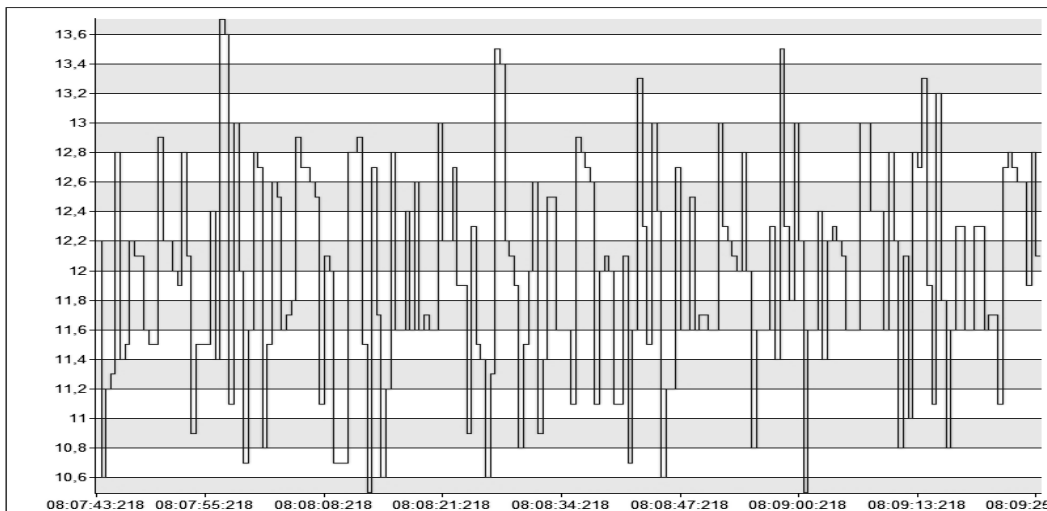


Рис.1. Осцилограма заміру яскравості факелу горіння пальника

Аналіз сигналів фотодатчика проводився за допомогою автокореляційної функції (1), яка показує зв'язок сигналу  $f(t)$  з копією самого себе  $f(t - \tau)$ , зміщеного в часі на величину  $\tau$  [5]:

$$\Psi(\tau) = \int f(t)f(t - \tau)dt \quad (1)$$

Автокореляційні функції, отримані за результатами оброблення

фрагментів відеоз'ємки процесу горіння пальника у виробничих умовах Калинівського експериментального заводу деревинних матеріалів. На рис. 2 та рис. 3 показані автокореляційні функції, які свідчать, що процес горіння є випадковим процесом і має випадкові коливання яскравості факелу.

	Вихідний часовий ряд	Статистика Дарбина-Ватсона (DW)	АКФ	Похибка АКФ		
1	11,5000	<b>0,015</b>	1	<b>0,200</b>	0,358	-0,358
2	11,5000	DW Up	2	<b>-0,232</b>	0,380	-0,380
3	10,6000	1,490	3	<b>-0,381</b>	0,398	-0,398
4	8,7000	DW Low	4	<b>0,078</b>	0,444	-0,444
5	10,2000	1,350	5	<b>0,239</b>	0,446	-0,446
6	10,3000		6	<b>0,123</b>	0,463	-0,463
7	12,3000		7	<b>-0,067</b>	0,467	-0,467
8	9,3000		8	<b>-0,089</b>	0,468	-0,468
9	11,0000		9	<b>-0,033</b>	0,471	-0,471
10	11,7000					
11	12,2000					
12	11,1000					
13	9,8000					
14	10,5000					
15	12,6000					
16	12,6000					
17	11,1000					
18	11,1000					
19	10,9000					
20	10,3000					
21	12,4000					
22	11,3000					
23	12,0000					
24	10,5000					
25	10,4000					
26	10,4000					
27	12,2000					
28	13,8000					
29	11,7000					
30	10,2000					

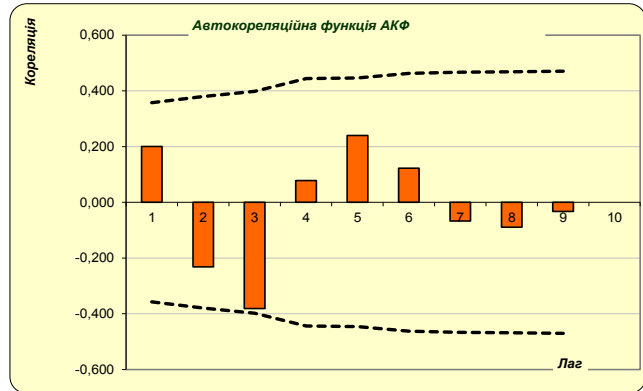
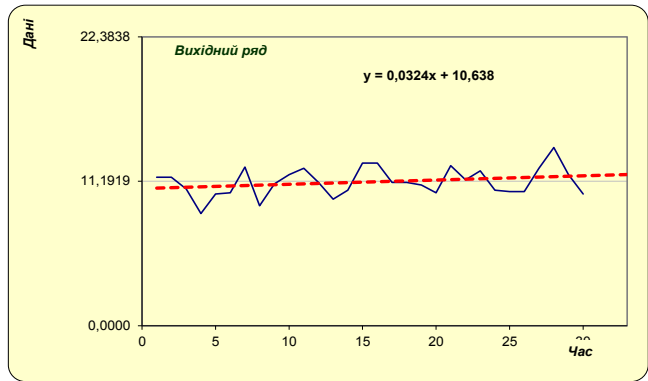


Рис. 2. Автокореляційна функція сигналу з фотодатчика при  $\tau=1$

	Вихідний часовий ряд	Статистика Дарбина-Ватсона (DW)	АКФ	Похибка АКФ		
1	0,9000	<b>1,504</b>	1	<b>0,236</b>	0,374	-0,374
2	2,8000	DW Up	2	<b>-0,525</b>	0,406	-0,406
3	0,4000	1,470	3	<b>-0,451</b>	0,496	-0,496
4	-1,6000	DW Low	4	<b>0,087</b>	0,554	-0,554
5	-2,1000	1,320	5	<b>0,329</b>	0,556	-0,556
6	1,0000		6	<b>0,065</b>	0,584	-0,584
7	1,3000		7	<b>-0,166</b>	0,585	-0,585
8	-2,4000		8	<b>-0,076</b>	0,592	-0,592
9	-1,2000					
10	0,6000					
11	2,4000					
12	0,6000					
13	-2,8000					
14	-2,1000					
15	1,5000					
16	1,5000					
17	0,2000					
18	0,8000					
19	-1,5000					
20	-1,0000					
21	0,4000					
22	0,8000					
23	1,6000					
24	0,1000					
25	-1,8000					
26	-3,4000					
27	0,5000					

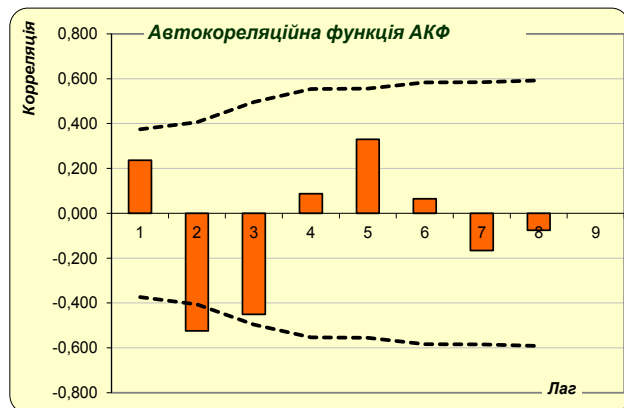
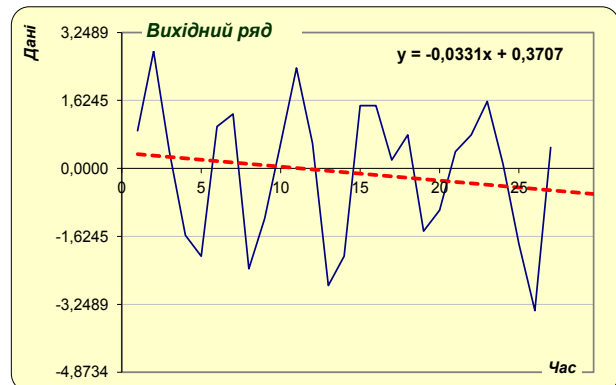


Рис. 3. Автокореляційна функція сигналу з фотодатчика за  $\tau = 2$

Головач В. М., Сірко З. С., Стариш Е. А., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л.

Достовірність статистичних даних перевірялась за допомогою статистик Дарбина-Ватсона [6]. Кореляційні зв'язки спадають на протязі 9 циклів замірів. Тому для заміру яскравості полум'я було вибрано 9 циклів. Якщо за 9 циклів заміру яскравість полум'я не зміниться система робить висновок про загасання полум'я.

Таким чином, контролюючи значення яскравості в межах 2с можна отримати достовірні дані про наявність чи згасання факелу.

Автоматизована система контролю горіння факелу не є закритою. Існує принципова можливість розвитку функціональних можливостей системи. Завдяки застосуванню сучасних принципів розроблення радіоелектронних пристроїв, елементів та мікропроцесорної техніки розроблена система є базовою і в подальшому її функціональні можливості можуть бути значно розширені [7,8]. Можливості розвитку системи можуть бути наступними:

- удосконалення роботи системи за результатами її експлуатації

#### Список використаних джерел

1. Корчунов Ю.Н., Тюльпанов Р.С. Исследование скорости термического разложения древесины и торфа. Инженерно-физический журнал. 1960, № 7. С. 102-105.
2. Полежаев Ю.В., Юревич Ф.Б. Тепловая защита. Энергия. 1976, № 3. С. 349-352.
3. Канторович Б.В. Основы теории горения и газификации твердого топлива. Москва: изд-во АН СССР, 1973. 227 с.

шляхом внесення змін в алгоритм роботи системи та її програмного забезпечення;

- удосконалення роботи системи шляхом додавання нових контрольованих параметрів (наприклад, задимлення приміщень, поява відкритого вогню).

#### Висновки

1. Проведено аналіз сучасного стану технологічного обладнання систем контролю факелу горіння під час спалювання газу у виробництві деревинностружкових плит.

2. Вибрано напрямки досліджень, що забезпечили можливість розроблення системи контролю і керування процесу горіння пальника з метою попередження пожежонебезпечних ситуацій.

3. Проведені аналітичні та експериментальні дослідження з визначення характеристик процесу горіння пальника.

4. Розроблена та виготовлена система контролю процесу горіння пальника, що попереджує небезпечний хід технологічного процесу виготовлення плит.

4. Померанцев В.В., Арефьев М.К., Ахметов Д.Б. Основы практической теории горения. Ленинград: Энергия, 1973. 227 с.

5. Дженкинс, Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения. Москва: Мир, 1972. 287 с.

6. Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов. М.: Мир, 1982. 429 с.

7. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М.:Мир, 1978. 848 с.

Головач В. М., Сірко З. С., Стариш Е. А., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л.

8. Гольдберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н., Цифровая обработка сигналов. М.: Радио и связь, 1990 256 с.

### References

1. Korchunov Y.N., Tyul'panov R.S. (1960). Issledovanie skorosti termicheskogo razlozheniya drevesiny i torfa. Inzhenerno-fizicheskij zhurnal [Investigation of the rate of thermal decomposition of wood and peat. Engineering Physics Journal] # 7. S. 102-105.

2. Polezhaev Y.V., Yurevich F.B. (1976) Teplovaya zashhita [Thermal protection] E`nergiya. 1976, # 3. S. 349-352.

3. Kantorovich B.V. (1973) Osnovy` teorii gorenija i gazifikaczii tverdogo topliva [Fundamentals of the theory of combustion and gasification of solid fuels] Moskva: izd-vo AN SSSR,. 227 s.

4. Pomeranczev V.V., Aref`ev M.K., Akhmetov D.B. (1973) Osnovy` prakticheskij

teorii gorenija [Fundamentals of practical combustion theory]. Leningrad: E`nergiya. 227 s.

5. Dzhenkins, G., Vatts D. (1972) Spektral`ny`j analiz i ego prilozheniya [Spectral analysis and its applications] Moskva: Mir. 287 s.

6. Otnes R., E`nokson L. (1982) Prikladnoj analiz vremenny`kh ryadov [Applied Time Series Analysis] M.: Mir. 429 s.

7. Rabiner L., Gould B. (1978) Teoriya i primeneniye czifrovoj obrabotki signalov [Theory and application of digital signal processing] M.:Mir. 848 s

8. Gol`dberg L.M., Matyushkin B.D., Polyak M.N., (1990) Czifrovaya obrabotka signalov [Digital signal processing] M.: Radio i svyaz`. 256 s.

## СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ФАКЕЛА ГОРЕНИЯ ПРИ СЖИГАНИИ ГАЗА В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В. М. Головач, З. С. Сирко, Е. А. Стариш,  
Д. П. Торчилевський, Л. Л. Кисиль

*Аннотация.* В статье приведены результаты исследований по созданию системы автоматического контроля факела горения в газовой горелке при производстве древесностружечных плит. Проведен анализ существующих систем контроля факела горения при сжигании газа в водогрейных и паровых котлах, которые используют в производстве плитных материалов на основе древесных отходов в качестве тепловых генераторов. Показано, что для контроля наличия факела горения используют системы на основе ионизационных и фотоэлектрических датчиков. Система контроля факела горения на основе ионизации датчика имеет существенный недостаток - чувствительный элемент датчика (электрод) во время работы находится в зоне высокой температуры, поэтому электрод постепенно перегорает, со временем ионизации датчик теряет чувствительность и перестает работать. Поэтому его необходимо часто менять, что требует дополнительных времени и средств. Кроме того, система контроля факела при работе с ионизационным датчиком, электроды которого подгорели, может дать сбой. Система на основе фотоэлектрических датчиков таких недостатков не имеет. В работе проведен также анализ современных методов и средств контроля факела горения с целью уменьшения энергозатрат. Анализ существующих методов, приборов, датчиков позволили выбрать метод и технические средства контроля факела горения в газовой горелке при производстве древесностружечных плит.

Головач В. М., Сірко З. С., Стариш Е. А., Торчильєвський Д. П., Кісіль Л. Л.

**Ключевые слова:** факел, горелка газовая, котел водогрейный, устройство контроля, автоматический режим, алгоритм, датчик, процессор, система, образец, испытания, анализ, автокорреляция

## TIME OF GAS COMBUSTION IN THE PRODUCTION OF CHIPBOARDS

V. M. Golovach, Z. S. Sirko, E. A. Starish, D. P. Torchilevskij, L. L. Kisil

**Abstract.** *The article presents the results of research on the creation of a system of automatic control of the combustion torch in a gas burner during the production of particle board. The analysis of the existing control systems of the flame during the combustion of gas in hot water and steam boilers, which are used in the production of board materials based on wood waste as heat generators. It is shown that systems based on ionization and photoelectric sensors are used to control the presence of a combustion torch. The combustion torch control system based on the ionization sensor has a significant disadvantage - the sensitive element of the sensor (electrode) during operation is in a high temperature zone, so the electrode gradually burns out, over time the ionization sensor loses sensitivity and stops working. Therefore, it must be replaced frequently, which requires additional time and money. In addition, the torch control system may malfunction when the ionization sensor, the electrodes of which have burned out, fails. The system based on photoelectric sensors has no such disadvantages. The paper also analyzes modern methods and means of controlling the combustion torch in order to reduce energy consumption. The analysis of the existing methods, devices, sensors allowed to choose the method and technical means of control of the flare in the gas burner during the production of particle board.*

**Keywords:** *torch, gas burner, hot water boiler, control device, automatic mode, algorithm, sensor, microprocessor, system, sample, experiment, analysis, autocorrelation*