

**2023**

# **SCIENTIFIC**

Progress & Innovations



**Vol. 26**  
**Nº3**



# Scientific Progress & Innovations

## УДК 001

До 2022 року журнал виходив під назвою «Вісник Полтавської державної аграрної академії». У 2023 році журнал перереєстровано та перейменовано на «Scientific Progress and Innovation»

### **Засновник, редакція, видавець:**

Полтавський державний аграрний університет.  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції:  
Серія ДК № 7933 від 13.09.2023 року

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації:  
Серія КВ № 25459-15399 ПР від 09.03.2023 року

**Рік заснування: 1998**

### **Мова видання:**

українська, англійська

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Інтернет Вченою радою Полтавського державного аграрного університету  
(протокол № 2 від 19 вересня 2023 року)

**Науковий журнал включено до категорії B Переліку наукових фахових видань України, у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та доктора філософії з сільськогосподарських, ветеринарних та технічних наук (наказ Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р. та № 866 від 02.07.2020 р.)**

101 – Екологія; 162 – Біотехнології та біоінженерія;  
201 – Агрономія; 202 – Захист і карантин рослин;  
204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва; 211 – Ветеринарна медицина;  
212 – Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза;  
208 – Агроінженерія

**Журнал представлено у міжнародних наукометричних базах даних, репозитаріях та пошукових системах:**

Index Copernicus International, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Directory of open access scholarly resources (ROAD), Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського, Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН, Scientific & Scholarly Research Database (Scilit), Dimensions, Open Ukrainian Citation Index (OUCI), Google Scholar, Fatcat, Wikidata, Crossref, Електронний репозитарій Полтавського державного аграрного університету

### **Адреса редакції:**

36003, м. Полтава, вул. Г. Сковороди, 1/3,  
Полтавський державний аграрний університет,  
редакційно-видавничий відділ  
e-mail: visnyk@pdau.edu.ua  
http://www.pdau.edu.ua  
https://doi.org/10.31210/

## UDC 001

Until 2022, the journal was published under the name "Bulletin of Poltava State Agrarian Academy". In 2023, the journal was re-registered and renamed "Scientific Progress and Innovation"

### **Founder, Editorial and Publisher:**

Poltava State Agrarian University  
Certificate of making a publishing house subject to the state register of publishers, manufacturers and distributors of publishing products:  
Series DC No. 7933 of September 13, 2023

Certificate of state registration print mass media:  
Series KV No. 25459-15399 PR of March 09, 2023

**Year of foundation: 1998**

### **Language edition:**

Ukrainian, English

Recommended for printing and distribution via the Internet by the Academic Council of Poltava State Agrarian University  
(Minutes No. 2 of September 19, 2023)

**The scientific journal is included in category B of the List of scientific professional publications of Ukraine, in which the results of thesis papers for Doctor of Sciences, Candidate of Sciences, and Ph.D degrees in agricultural, veterinary, and technical sciences (Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 409 of March 17, 2020 and №886 July 02, 2020)**

101 – Ecology; 162 – Biotechnology and Bioengineering;  
201 – Agronomy; 202 – Plant Protection and Quarantine;  
204 – Technology of Production and Processing of Livestock Products; 211 – Veterinary Medicine;  
212 – Veterinary hygiene, sanitation and examination;  
208 – Agricultural Engineering

**The journal is presented international scientometric databases, repositories and scientific systems:**

Index Copernicus International, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Directory of open access scholarly resources (ROAD), Vernadsky National Library of Ukraine, National Scientific Agricultural Library, Scientific & Scholarly Research Database (Scilit), Dimensions, Open Ukrainian Citation Index (OUCI), Google Scholar, Fatcat, Wikidata, Crossref, Electronic repository of Poltava State Agrarian University

### **Editorial address:**

36003, Poltava, Ukraine, 1/3, Skovorody str.,  
Poltava State Agrarian University,  
Editorial and Publishing Department  
e-mail: visnyk@pdau.edu.ua  
http://www.pdau.edu.ua  
https://doi.org/10.31210/

## НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Засновано 10 рудня 1998 р.  
Періодичність випуску: 4рази на рік

### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

#### Голова Редакційної ради

В. І. АРАНЧІЙ, к. екон. наук (Україна)

#### Головний редактор

О. О. ГОРБ, к. с.-г. наук, (Україна)

#### Заступники голови Редакційної ради

М. С. САМОЙЛІК, д. екон. наук, (Україна)

Т. О. ЧАЙКА, к. екон. наук (Україна)

#### Заступник головного редактора

П. В. ПИСАРЕНКО, д. с.-г. наук, (Україна)

### ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

#### Редакційна колегія з галузі СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО:

А. ДОЛГАНЬЧУК-ШЬРУДКА, док. габ. (Польща)

А. В. КАЛІНІЧЕНКО, д. с.-г. наук, (Україна, Польща)

І. В. КОРОТКОВА, к. хім. наук (Україна)

В. Ю. КРИКУНОВА, к. хім. наук (Україна)

М. М. МАРЕНИЧ, д. с.-г. наук, (Україна)

Н. М. ОПАРА, к. с.-г. наук, (Україна)

В. М. ПИСАРЕНКО, д. с.-г. наук, (Україна)

А. А. ПОЛІЩУК, д. с.-г. наук, (Україна)

С. В. ПОСПЕЛОВ, д. с.-г. наук, (Україна)

М. РАЙФУР, док. габ. (Польща)

Т. П. РОМАШКО, к. хім. наук (Україна)

А. О. ТАРАНЕНКО, к. с.-г. наук, (Україна)

А. М. ШОСТЯ, д. с.-г. наук, (Україна)

#### Редакційна колегія з галузі ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА:

А. А. АНТИПОВ, к. вет. наук (Україна)

В. П. БЕРДНИК, д. вет. н. (Україна)

О. О. БОЙКО, к. біол. наук (Україна)

О. Б. ГРЕБЕНЬ, к. біол. наук (Україна)

В. О. ЄВСТАФ'ЄВА, д. вет. н. (Україна)

Б. П. КИРИЧКО, д. вет. н. (Україна)

Л. М. КОРЧАН, к. вет. наук (Україна)

О. В. КРУЧИНЕНКО, д. вет. наук (Україна)

Т. А. КУЗЬМІНА, к. біол. наук (Україна)

С. М. КУЛИНИЧ, д. вет. н. (Україна)

Т. П. ЛОКЕС-КРУПКА, к. вет. наук (Україна)

В. В. МЕЛЬНИЧУК, д. вет. наук (Україна)

О. Б. ПРИЙМА, к. вет. наук (Україна)

#### Редакційна колегія з галузі ТЕХНІЧНІ НАУКИ:

О. В. ГОРИК, д. тех. наук (Україна)

І. А. ДУДНИКОВ, к. тех. наук (Україна)

С. Б. КОВАЛЬЧУК, д. тех. наук (Україна)

О. М. КОСТЕНКО, д. тех. наук (Україна)

В. М. САКАЛО, к. тех. наук (Україна)

В. О. СУКМАНОВ, д. тех. наук (Україна)

В. О. ШЕЙЧЕНКО, д. тех. наук (Україна)

#### Члени Ради почесних членів:

А. БРЗОЗОВСКА, д. екон. наук (Польща)

З. ДАЦКО-ПІКІЄВІЧ, док. габ. (Польща)

О. ПЕРЕХОЖУК, д. екон. наук (Німеччина)

В. М. САМОРОДОВ, заслужений винахідник України (Україна)

Назва, концепція, зміст і дизайн «*Scientific Progress & Innovations*» є інтелектуальною власністю Полтавського державного аграрного університету й охороняється Законом України «Про авторські та суміжні права». Матеріали друкуються мовою оригіналу. У разі передрукування посилання на «*Scientific Progress & Innovations*» є обов'язковим.

Редакція залишає за собою право на редагування текстів, яке не змінює позиції автора.

Автор несе відповідальність за фактичний виклад матеріалу.

## SCIENTIFIC JOURNAL

Year of establishment: Since December 10, 1998.  
Publication frequency: 4 times a year

### EDITORIAL BOARD

#### Chief of Editorial Council

V. I. ARANCHIY, Cand. Econ. Sci. (Ukraine)

#### Editor-in-chief

O. O. GORB, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

#### Deputy Head of Editorial Council

M. S. SAMOILIK, Dr. Econ. Sci. (Ukraine)

T. O. CHAIKA, Cand. Econ. Sci. Professor (Ukraine)

#### Deputy Chief Editor

P. V. PYSARENKO, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

### MEMBERS OF THE EDITORIAL COUNCIL

#### Editorial board in the field of AGRICULTURE:

A. DOLHANCZUK-SRODKA, Dr. hab. (Poland)

A. V. KALINICHENKO, Dr. Econ. Sci. (Ukraine, Poland)

I. V. KOROTKOVA, Cand. Chem. Sci. (Ukraine)

V. YU. KRYKUNOVA, Cand. Chem. Sci. (Ukraine)

M. M. MARENYCH, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

N. M. OPARA, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

V. M. PYSARENKO, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

A. A. POLISHCHUK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

S. V. POSPIELOV, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

M. RAJFUR, Dr. hab. (Poland)

T. P. ROMASHKO, Cand. Chem. Sci. (Ukraine)

A. O. TARANENKO, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

A. M. SHOSTIA, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)

#### Editorial Board in the field of VETERINARY MEDICINE:

A. A. ANTIPOV, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)

V. P. BERDNYK, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

O. O. BOYKO, Cand. Biol. Sci. (Ukraine)

O. B. GREBEN, Cand. Biol. Sci. (Ukraine)

V. O. YEVSTAFIEVA, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

B. P. KYRYCHKO, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

L. M. KORCHAN, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)

O. V. KRUCHYNYENKO, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

T. A. KUZMINA, Cand. Biol. Sci. (Ukraine)

S. M. KULYNYCH, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

T. P. LOKES-KRUPKA, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)

V. V. MELNYCHUK, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

O. B. PRIJMA, Cand. Vet. Sci. (Ukraine)

#### Editorial Board in the field of TECHNICAL SCIENCES:

O. V. HORYK, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)

I. A. DUDNIKOV, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)

S. B. KOVALCHUK, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)

O. M. KOSTENKO, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)

V. M. SAKALO, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)

V. O. SUKMANOV, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)

V. O. SHEICHENKO, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)

#### Members of Council:

A. BRZOZOWSKA, Dr. Econ. Sci. (Poland)

Z. DACKO-PIKIEWICZ, Dr. hab. (Poland)

O. PEREKHOZHUK, Dr. Econ. Sci. (Germany)

V. M. SAMORODOV, Honored inventor of Ukraine (Ukraine)

The title, conception, content, and design of the “*Scientific Progress & Innovations*” are intellectual property of Poltava State Agrarian University and are protected by the Law of Ukraine “On Copyright and Related Rights.” Materials are published in original language. In case of reprinting, the reference to the “*Scientific Progress & Innovations*” is compulsory.

Editorial stuff reserves the right to edit the texts without changing author's attitude.

The author is responsible for the factual account of material.

## ЗМІСТ

26 (3)

## CONTENTS

<b>Сільське господарство. Рослинництво</b>		<b>5</b>	<b>Agriculture. Plant growing</b>	
Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П., Нечипоренко Н. І., Кочерга В. Я., Гречкосій А. О., Скляр С. С. Фунгіцидний захист посівів сої від кореневих гнилей		5	Pospelova G., Kovalenko N., Nechiporenko N., Kocherga V., Grechkosiy A., Skliar S. Fungicidal protection of soy crops against root rot	
Гангур В. В., Котляр Я. О. Вплив попередників на поживний режим ґрунту та урожайність пшениці озимої в зоні Лівобережного Лісостепу України		11	Hanhur V., Kotliar Y. Influence of predecessors on soil nutrient regime and yield of winter wheat in the Left Bank Forest Steppe zone of Ukraine	
Короткова І. В., Карасенко В. М. Вплив систем удобрення з гуміновим препаратом на врожайність та прибутковість вирощування пшениці озимої		17	Korotkova I., Karasenko V. Effect of fertilizer systems with humic preparation on yield and profitability of winter wheat cultivation	
Гангур В. В., Філоненко В. С. Урожайність та якість коренеплодів буряків цукрових за вирощування у сівозмінах з короткою ротацією		22	Hanhur V., Filonenko V. Yield and quality of root fruits of sugar beet when grown in crop rotation with short rotation	
Чуйко Д. В., Криворученко Р. В. Екологічна пластичність та стабільність сортів кондитерського соняшнику в умовах Східного Лісостепу України		26	Chuiiko D., Kryvoruchenko R. Environmental plasticity and stability of confectionery sunflower varieties in the conditions of the Eastern Forest Steppe of Ukraine	
Трембіцька О. І., Клименко Т. В., Столяр С. Г. Вплив використання регуляторів росту на накопичення радіоцезію бульбами картоплі		31	Trembitska O., Klymenko T., Stoliar S. Effect of plant growth regulators on accumulation of radiocaesium in potato tubers	
Гангур В. В., Руденко В. В. Біометричні параметри рослин та продуктивність кукурудзи ( <i>Zea mays</i> L.) залежно від строків сівби		36	Hanhur V., Rudenko V. Biometric parameters of plants and maize ( <i>Zea mays</i> L.) productivity depending on sowing period	
Оніпко В. В., Воропіна В. О., Калашнік О. П. Перспективи використання в лікарському рослинництві регуляторів росту та біостимуляторів		42	Onipko V., Voropina V., Kalashnik O. Prospects for the use of growth regulators and biostimulants in medicinal plant production	
Тищенко В. М., Кобилінська О. М. Формування якості зерна у сортів та селекційних ліній пшениці озимої в залежності від фази вимушеного зимового спокою або її відсутності		47	Tyshchenko V., Kobylinska O. The formation of grain quality in varieties and winter wheat selection lines depending on the phase of forced winter dormancy or its absence	
Тоцький В. М., Гангур В. В., Оніпко В. В., Міщенко О. В., Космінський О. О., Поляков І. А., Мотрич Р. Ю. Вплив системи удобрення на біометричні, продуктивні та якісні показники гібридів соняшнику в умовах Лівобережного Лісостепу України		52	Totskiy V., Hanhur V., Onipko V., Mishchenko O., Kosminskiy O., Poliakov I., Motrych R. Influence of the fertilizer system on the biometric, productive and quality indicators of sunflower hybrids in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine	
Чайка Т. О., Піщаленко М. А., Рубан Є. Р., Саєнко А. О., Скляр С. С., Кріпак А. В., Голтвяниця Т. О. Особливості використання акарицидів від звичайного павутинного кліща ( <i>Tetranychus urticae</i> Koch) для захисту огірка в умовах захищеного ґрунту		58	Chaika T., Pischalenko M., Ruban Ye., Saienko A., Skliar S., Kripak A., Holtvianytzia T. Peculiarities of using acaricides against common red spider mite ( <i>Tetranychus urticae</i> Koch) for cucumber protection on protected ground	
Коваленко Н. П., Поспелова Г. Д., Дзюба Є. В., Лаврський Є. О. Антибактеріальні та антифугальні властивості ефірної олії монарди ( <i>Monarda</i> L.) щодо домінуючих мікроміцетів насіння сої		63	Kovalenko N., Pospelova G., Dziuba Y., Lavrskiy Y. Antibacterial and antifungal properties of monarda ( <i>Monarda</i> L.) essential oil on dominant soybean seed micromycetes	
<b>Сільське господарство. Тваринництво</b>		<b>69</b>	<b>Agriculture. Animal breeding</b>	
Крупельницький Т. В., Соколюк В. М. Вплив технологій утримання та доїння корів на санітарно-гігієнічні показники молока-сировини		69	Krupelnytsky T., Sokoliuk V. Influence of cow keeping and milking technologies on sanitary and hygiene indicators of raw milk	
Мітіюгло Л. В., Мерзлов С. В., Мерзлова Г. В. Показники зіпсованого силосу кукурудзи за його ферментування різними дозами біодеструктора		76	Mitiohlo L., Merzlov S., Merzlova H. Indicators of spoiled corn silage during its fermentation with different doses of biodestructor	
Войтенко С. Л., Петренко М. О., Шаферівський Б. С., Каруна Т. І. Племінне свинарство України: виклики часу		81	Voitenko S., Petrenko M., Shaferivskiy B., Karuna T. Breeding pig farming of Ukraine: challenges of the time	
<b>Ветеринарна медицина</b>		<b>87</b>	<b>Veterinary medicine</b>	
Омельченко О. В., Євстаф'єва В. О. Епізоотологічні моніторингові дослідження щодо поширення гетеракозу курей на території Полтавської області		87	Omelchenko O., Yevstafieva V. Epizootological monitoring studies of chicken heterakosis spreading on the territory of Poltava region	
Кітченко А. С., Мельничук В. В. Вікова динаміка та породна сприйнятливість собак за кишкових нематодозів у місті Харків		92	Kitchenko A., Melnychuk V. Age dynamics and breed susceptibility of dogs to intestinal nematodosis in the city of Kharkiv	
Мазаний О. В., Люлін П. В., Нікіфорова О. В. Ендопаразитози лисиці рудої ( <i>Vulpes vulpes</i> ) півночі Харківського району		97	Mazannyi O., Liulin P., Nikiforova O. Endoparasitoses of the red fox ( <i>Vulpes vulpes</i> ) in the North of the Kharkiv district	
Котелевич В. А., Гуральська С. В., Гончаренко В. В. Ветеринарно-санітарна оцінка риби та морепродуктів за показниками якості і безпечності		103	Kotelevych V., Hural'ska S., Honcharenko V. Veterinary and sanitary assessment of fish and seafood by quality and safety indicators.	
Данкович Р. С., Чулюк В. І. Гістологічні, гістохімічні, ультраструктурні зміни нирок та печінки червоновухих прісноводних черепах ( <i>Trachemys scripta elegans</i> (Wied, 1839)) при парентеральному введенні гентаміцину		113	Dankovych R., Chuliuk V. Histological, histochemical and ultrastructural changes in the kidneys and live of Red-eared sliders ( <i>Trachemys scripta elegans</i> (Wied, 1839)) as a result of Gentamicin parenteral injection	
Хорольський А. А., Євстаф'єва В. О., Мельничук В. В. Ефективність лікувальних заходів за пасалурозу кролів		119	Khorolskiy A., Yevstafieva V., Melnychuk V. Efficacy of treatment measures for rabbit passalurosis	
Корчан Л. М., Шчербакова Н. С., Кулинич С. М. Окремі види нематод органів травлення ссавців з родини зайцевих ( <i>Leporidae</i> Fischer de Waldheim, 1817)		124	Korchan L., Shcherbakova N., Kulynych S. Certain species of nematodes of the digestive organs of mammals from the hare family ( <i>Leporidae</i> Fischer de Waldheim, 1817)	
<b>Технічні науки</b>		<b>133</b>	<b>Technical sciences</b>	
Падалка В. В., Бурлака О. А., Рожко І. І., Яценко Ю. В., Чумак М. В. Забезпечення тракторами суб'єктів господарювання у Полтавській області		133	Padalka V., Burlaka O., Rozhko I., Yatsenko Yu., Chumak M. Supply of tractors to business subjects in Poltava region	

## Fungicidal protection of soy crops against root rot

G. Pospelova<sup>1</sup> | N. Kovalenko<sup>1</sup> | N. Nechiporenko<sup>1</sup> | V. Kocherga<sup>2</sup> | A. Grechkosiy<sup>1</sup> | S. Skliar<sup>1</sup>

## Article info

Correspondence Author

G. Pospelova

E-mail:

[apospelova.pdau@gmail.com](mailto:apospelova.pdau@gmail.com)<sup>1</sup> Poltava State Agrarian University,  
1/3, Skovorody str., Poltava,  
36003, Ukraine<sup>2</sup> Ustymivka Experimental Station of Plant Production,  
v. Ustymivka, Hlobyne district, Poltava region,  
39074, Ukraine**Citation:** Pospelova, G., Kovalenko, N., Nechiporenko, N., Kocherga, V., Grechkosiy, A., & Skliar, S. (2023). Fungicidal protection of soy crops against root rot. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 5–10. doi: 10.31210/spi2023.26.03.01

Soybean crops can suffer significant yield losses from diseases of various etiologies. Pathogens of root rot, which can be stored in the soil or infected seed material, are particularly dangerous. To prevent the spread of root rot, it is recommended to use microbiological fungicides of various nature (fungal and bacterial). Treatment of seed and planting material, as well as plants during the growing season, with them provides high-quality protection against a wide range of diseases, including root rot. Among domestic preparations, such products as Trichodermin, Planriz, Fitodoktor, Gaubsin, Cellulad, and others are in demand. We evaluated the effectiveness of fungicidal poisons and biofungicides against fungal and bacterial infection of soybean crops, and studied their effect on field germination and crop productivity. As objects of the study, the following biological fungicides were selected: Trichophyt, p. (spores of *Trichoderma lignorum* fungus, titer 2.0 billion/cm<sup>3</sup>), usage rate – 2 l/t; Phytozid, r. (*Bacillus subtilis* bacteria cells or 1.0×10<sup>10</sup> CFU/g), usage rate – 1.5 l/t; Gaupsyn, r. (*Pseudomonas aureofaciens* B-111 and B-306 bacteria, titer of viable cells 1×10<sup>4</sup> / μg of the drug), usage rate – 3 l/t. The fungicide Maxim XL 035 FS was used as a standard, t.k.s. (fludioxonil 25 g/l + metalaxyl M 10 g/l) – the usage rate was 1 l/t. The positive effect of the investigated poisons on the sowing quality of soybean seeds of the Annushka variety relative to the control and the level of adaptability of seedlings in field conditions was noted. A significant prevalence of plants with signs of root rot of mycological (*Fusarium* spp.) and bacterial (*Pseudomonas syringae* pv *glycinea* Yong et al.) etiology was revealed in the experimental plots. A high fungistatic effect of the preparation Maxim XL, t.k.s. against fusarium root rot of soybeans (technical effectiveness level of 73.1 % in the absence of antibacterial activity) was noted. Among the microbiological fungicides, the best complex antimicrobial effect was found in the preparation Trichophyt, p. (technical effectiveness of 71.6 % and 71.7 % against fusarium and bacteriosis, respectively), which provided a yield increase of 6.3 % compared to the control. The complex use of preparations Trichophyt, n. and Phytocid, r. resulted in 11 % increase in grain productivity of soybean plants, with the technical effectiveness level reaching 71.3 % and 75.5 %, respectively, against root rot of fusarium and bacterial etiology.

**Keywords:** soybean, root rot, biofungicides, technical efficiency, bioagents.

## Фунгіцидний захист посівів сої від кореневих гнилей

Г. Д. Поспелова<sup>1</sup> | Н. П. Коваленко<sup>1</sup> | Н. І. Нечипоренко<sup>1</sup> | В. Я. Кочерга<sup>2</sup> | А. О. Гречкосій<sup>1</sup> | С. С. Скляр<sup>1</sup><sup>1</sup>Полтавський державний аграрний університет,  
м. Полтава, Україна<sup>2</sup>Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України,  
с. Устимівка, Полтавська область, Україна

Відсутніх втрат врожаю сої завдають хвороби різної етіології. Особливо небезпечними є збудники кореневих гнилей, що можуть зберігатися у ґрунті або зараженому насіннево матеріалі. З метою профілактики поширення кореневих гнилей рекомендовано застосування мікробіофунгіцидів різної природи (грибкові і бактеріальні). Обробки ними насінневого і садивного матеріалу, а також рослин у період вегетації забезпечують якісний захист від широкого спектру хвороб, в тому числі й від кореневих гнилей. Серед препаратів вітчизняного виробництва користуються попитом такі препарати, як Триходермін, Планріз, Фітодоктор, Гаубсин, Целюлад та ін. Нами проведено оцінку ефективності фунгіцидних протруйників і біофунгіцидів проти грибкової і бактеріальної інфекції сої та вивчено їх вплив на польову схожість і продуктивність культури. В якості об'єктів вивчення обрано біологічні фунгіциди Трихофіт, п. (спори гриба *Trichoderma lignorum*, титр 2,0 млрд/см<sup>3</sup>), норма використання – 2 л/т; Фітоцид, р. (клітини бактерій *Bacillus subtilis* або 1,0×10<sup>10</sup> КУО/г), норма використання – 1,5 л/т; Гаупсин, р. (бактерії *Pseudomonas aureofaciens* B-111 та B-306, титр життєздатних клітин 1×10<sup>4</sup> / мкг препарату), норма використання – 3 л/т. В якості еталону був використаний протруйник Максим XL 035 FS, т.к.с. (флудіоксоніл 25 г/л + металаксил М 10 г/л) – норма використання 1 л/т. Відмічено позитивний вплив досліджуваних протруйників на посівні якості насіння сої сорту Аннушка відносно контролю і рівень адаптивності проростків у польових умовах. Виявлено значну поширеність на дослідних ділянках рослин з ознаками кореневої гнилі мікологічної (*Fusarium* spp.) та бактеріальної (*Pseudomonas syringae* pv *glycinea* Yong et al.) етіології. Відзначено високу фунгістатичну дію препарату Максим XL, т.к.с. проти фузаріозної кореневої гнилі сої (технічна ефективність на рівні 73,1 % за відсутності антибактеріальної активності). Серед мікробіологічних фунгіцидів найкращу комплексну антимікробну дію виявлено у препараті Трихофіт, п. (технічна ефективність 71,6 і 71,7 % відповідно проти фузаріозу та бактеріозу), що забезпечило приріст урожайності на 6,3 % відносно контролю. За комплексного використання препаратів Трихофіт, п. і Фітоцид, р. зернова продуктивність рослин сої зросла на 11,0 %, а рівень технічної ефективності досягав 71,3 і 75,5 % відповідно до кореневої гнилі фузаріозної та бактеріальної етіології.

**Ключові слова:** соя, кореневі гнилі, біофунгіциди, технічна ефективність, біоагенти.**Бібліографічний опис для цитування:** Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П., Нечипоренко Н. І., Кочерга В. Я., Гречкосій А. О., Скляр С. С. Фунгіцидний захист посівів сої від кореневих гнилей. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 5–10.

## Вступ

Провідною зернобобовою культурою в Україні є соя, частка якої становить понад 10 % загальноукраїнського обсягу сільськогосподарських культур. За даними Держстату України площі під вирощуванням культури останні п'ять років перевищують мільйон гектарів. Внаслідок перенасичення сівозмін соєю сформувався специфічний комплекс шкідливих організмів, які негативно впливають на урожайність культури та якість продукції [9, 12, 16].

В умовах Лівобережного Лісостепу України генетичний потенціал продуктивності сучасних сортів сої реалізується на рівні 50 %. Це пов'язано з низкою факторів, що обумовлюють фітосанітарний стан посівів [11, 14, 16].

Відчутних втрат врожаю завдають гриби та бактерії, що викликають хвороби сої. Особливо небезпечними серед них є збудники кореневих гнилей, які можуть зберігатися у ґрунті або зараженому насіннєвому матеріалі [3, 17–20]. Симптоматичні ознаки починають проявлятися від фази проростання насіння і до повної стиглості сої. Варто відмітити, що посилення поширення та інтенсивності розвитку кореневих гнилей пов'язано з накопиченням патогенів у ґрунті та сприятливими для їх розвитку умовами середовища.

Точна діагностика хвороб з визначенням видової приналежності патогенів та джерела інфекції забезпечують розробку ефективних систем захисту культури від кореневих гнилей.

Інтенсивна технологія вирощування сої передбачає використання різних методів захисту культури від шкідливих організмів, в тому числі й застосування пестицидів. Наразі значна увага спрямовується на екологізацію виробництва продукції рослинництва. В Полтавському регіоні вже зареєстровано понад 20 підприємств, де впроваджено систему органічного землеробства. Поряд із відомими технологічними прийомами господарства використовують нові заходи спрямовані на покращення екологічної ситуації, яка сприяє отриманню потенціальної продуктивності культурних рослин та оптимізації фітосанітарного стану посівів без використання пестицидів.

Останнім часом у аграріїв України зростає попит на мікробіопестициди. За рівнем технічної ефективності вони наближаються до хімічних аналогів, але при цьому не завдають шкоди довкіллю і здоров'ю людини, теплокровних тварин, корисним організмам. Відсутність резистентності до шкідливих організмів дозволяє використовувати їх тривалий час [1, 2, 8, 10, 22, 24].

З метою профілактики поширення кореневих гнилей рекомендовано застосування мікробіофунгіцидів різної природи (грибкові і бактеріальні) [4, 21]. Серед препаратів вітчизняного виробництва користуються попитом такі препарати, як Триходермін, Планріз, Фітодоктор, Гаупсин, Целюлад та ін. [25].

В Україні препарати даної групи рекомендовано застосовувати для обробки насіннєвого і садивного матеріалу та в період вегетації рослин. Це забезпечує якісний захист рослин від широкого спектру хвороб, в тому числі і кореневих гнилей. Більшість таких

препаратів володіють рістстимулюючими властивостями, що підвищує ефективність їх застосування.

## Мета дослідження

Мета досліджень: оцінка ефективності фунгіцидних протруйників і біофунгіцидів проти грибової і бактеріальної інфекції сої та їх впливу на польову схожість і продуктивність культури.

*Завдання дослідження:* проведення фітопатологічної експертизи та вивчення посівних якостей насіння сої сорту Аннушка (енергія проростання, лабораторна і польова схожість); визначення технічної ефективності передпосівної обробки насіння сої хімічними і біологічними фунгіцидами, з'ясування впливу досліджуваних препаратів на елементи структури урожаю сої.

## Матеріали і методи

Лабораторні досліді проводили у 2021–2022 роках на кафедрі захисту рослин Полтавського державного аграрного університету, польові – на базі Ботанічного саду Полтавського Національного педагогічного університету ім. В. Г. Короленка. Досліджувалося насіння сої сорту Аннушка [5].

В якості об'єктів вивчення обрано біологічні фунгіциди Трихофіт, п. (спори гриба *Trichoderma lignorum*, титр 2,0 млрд/см<sup>3</sup>), норма використання – 2 л/т; Фітоцид, р. (клітини бактерій *Bacillus subtilis* або 1,0×10<sup>10</sup> КУО/г), норма використання – 1,5 л/т; Гаупсин, р. (бактерії *Pseudomonas aurefaciens* В-111 та В-306, титр життєздатних клітин 1×10<sup>4</sup>/мкг препарату), норма використання – 3 л/т. В якості еталону був використаний протруйник Максим XL 035 FS, т.к.с. (флудіоксоніл 25 г/л + металаксил М 10 г/л) – норма використання 1 л/т [1, 15].

Визначення лабораторної схожості та вивчення мікрофлори насіння здійснювали методом пророщування у вологій камері в чашках Петрі на фільтрувальному папері, згідно з ДСТУ 4138-2002 [7]. Насіння інкубували при температурі +20 °С–+25 °С. Облік енергії проростання і лабораторної схожості проводили на 5-й та 10-й день. Зараженість насіння збудниками хвороб визначали біологічним методом, що ґрунтується на стимулюванні росту і розвитку патогенних мікроорганізмів як на протруєному, так і на не протруєному насінні [23].

Облік кореневих гнилей сої та визначення польової схожості проводили за загальноприйнятою методикою [23]. Насіння інокульовано Оптимайз, РК (мінімум 2,0×10<sup>-7</sup>% *Lipochitooligosaccharide*, що містить штам *Bradyrhizobium japonicum*); норма використання – 1,8 л/т.

Схема досліду:

1. Контроль (вода).
2. Максим XL, т.к.с. (1,0 л/т)
3. Фітоцид, р (0,6 л/т)
4. Гаупсин, р. (2,0 л/т)
5. Трихофіт р. (2,0 л/т)
6. Трихофіт р.+ Гаупсин р. (2,0 л/т+2,0 л/т)
7. Трихофіт р.+Фітоцид р. (2,0 л/т+0,6 л/т)

Площа облікової ділянки становила 2 м<sup>2</sup>, облік урожаю проводили з усієї площі ділянки. Аналіз структури урожаю здійснювали у навчально-науковій лабораторії захист рослин Навчально-наукового інституту агротехнологій, селекції та екології ПДАУ.

### Результати та їх обговорення

В сучасних агротехнологіях все більше уваги приділяється впровадженню заходів і засобів, що забезпечують повноцінну реалізацію адаптаційного потенціалу сільськогосподарських культур. Залучення таких засобів, з одного боку, сприяє підтриманню високого агрофону, з іншого – стимулює прояв природних захисних реакцій рослин. Серед них чільне місце займають мікробіологічні фунгіциди.

Важливим за використання мікробіологічних фунгіцидних протруйників є не лише вивчення анти-

мікробної ефективності препаратів, а й дослідження їх впливу на ріст і розвиток рослин, тобто виявлення можливої фітотоксичної активності. Найбільш показовим, з точки зору негативного впливу протруйників на рослини, вважається погіршення посівних якостей насіння [23].

налізуючи посівні якості насіння сої сорту Аннушка урожаю 2021 і 2022 рр., можна відмітити близькі рівні показників (енергія проростання, лабораторна схожість, інфікованість зерна) в роки досліджень, за незначної переваги для насіння урожаю 2022 року (рис. 1).

Так, показник сили росту (енергія проростання) в умовах 2022 року був на 3 % вищим за попередній рік, а лабораторна схожість перевищила рівень 2021 року на 7 %. Загальний рівень присутності у/на посівному матеріалі патогенних і напівпатогенних мікроорганізмів відрізнявся за роками на 9 %.

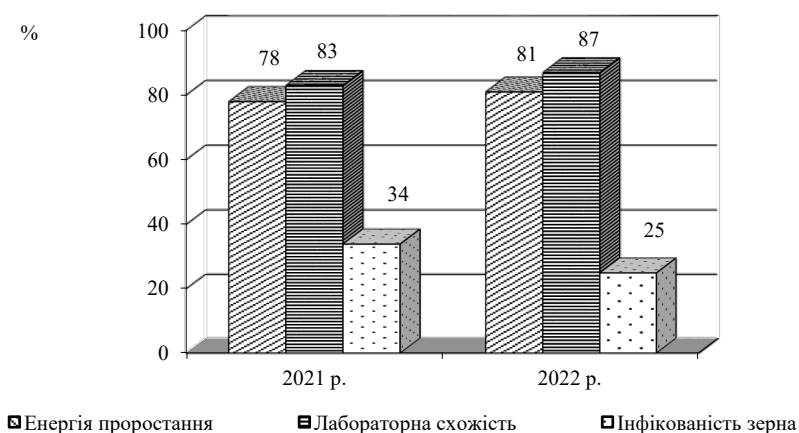


Рис. 1. Посівні якості насіння сої сорту Аннушка (урожаю 2021 і 2022 рр.)

Прослідковується також залежність зазначених показників від рівня контамінації насіннєвого матеріалу мікроміцетами, що змушує проаналізувати цю тенденцію більш детально.

Як видно з даних таблиці 1, подальший аналіз відбувався із залученням протруйників хімічного та біологічного походження, рекомендованих до використання в Україні для передпосівного обробітку насіння сої [13]. В цілому можна відмітити позитивний вплив усіх досліджуваних протруйників на посівні якості насіння відносно контролю. Порівняння показників лабораторної та польової схожості за

використання різних протруйників, на нашу думку, може характеризувати здатність препаратів забезпечити проростку певний рівень стійкості (адаптивності) до несприятливих факторів навколишнього середовища. З цієї точки зору привертає увагу варіант із використанням біологічного препарату Трихофіт, п, в якому відмічено зниження схожості в польових умовах відносно лабораторних на 5 %, за рівня польової схожості вище 90 %, тоді як у контрольному варіанті зниження схожості у польових умовах досягало 3 % і рівень лабораторної схожості перевищував необхідні за вимогами ДСТУ 80 % [6, 7].

### Таблиця 1

Схожість насіння сої сорту Аннушка та ураження проростків збудниками коренових гнилей (середнє за 2021–2022 рр.)

Варіант досліджу	Лабораторна схожість, %	Польова схожість, %	Збудники коренової гнилі			
			<i>Fusarium spp.</i>		<i>Pseudomonas syringae pv. glyciniae</i> Yong et al.	
			P, %	I, %	P, %	I, %
Контроль (вода)	85,0	82,0	6,7	2,7	5,3	4,2
Максим XL, т.к.с.	94,0	85,0	1,8	1,0	4,9	3,6
Фітоцид, р.	87,5	85,0	3,5	2,2	2,3	1,8
Гаупсин, р.	88,0	84,5	3,7	1,7	2,8	2,1
Трихофіт, п.	97,0	92,0	1,9	0,5	1,5	0,5
Трихофіт, п. + Гаупсин, р.	94,5	90,0	2,1	1,5	2,2	1,4
Трихофіт, п. + Фітоцид, р.	96,5	92,0	1,8	0,5	1,3	0,5

Достатньо високі показники виявлені за поєднання Трихофіту з іншими тестованими біологічними засобами (Фітоцид, р; Гаупсин, р.), які за самостійного використання показали результати близькі до контрольних. Не зовсім зрозумілим залишився ефект зниження польової схожості відносно лабораторної на 9 % у варіанті із застосуванням препарату Максим XL, т.к.с. Подальший аналіз наведених даних свідчить про значну поширеність на дослідних ділянках рослин з ознаками кореневої гнилі мікологічної (*Fusarium spp.*) та бактеріальної (*Pseudomonas syringae pv glicinea* Yong et al.) етіології.

Відомо, що гриби роду *Trichoderma* здатні впливати на розвиток інших мікроорганізмів як шляхом прямого паразитування, так і в процесі конкуренції за субстрат, завдяки продукуванню ферментів, антибіотиків та інших біологічно активних речовин. Зокрема, продуковані ними антибіотики (гліотоксин, віридин, триходермін та ін.) пригнічують розвиток багатьох видів збудників хвороб, виявляючи геностатичну активність. Крім того, гіфи грибів роду *Trichoderma* здатні обплітати вегетативні органи фітопатогенів, порушуючи клітинну будову та обмін речовин останніх [1, 24]. Зазначений різноплановий механізм дії мікробіологічного фунгіциду Трихофіт, п., створеного на основі гриба *Trichoderma lignorum*, в наших дослідках забезпечив зниження поширеності фузаріозної інфекції на кореневій системі рослин сої на 4,8 % відносно контролю при зниженні інтенсивності прояву хвороби на 2,2 %. За кількістю уражених рослин ці показники виявилися близькими до рівня антифугальної активності хімічного протруйника Максим XL, т.к.с. (1,8 %), а за рівнем розвитку інфекції навіть перевищили їх на 1 %. Мікробіологічні препарати Фітоцид, р. і Гаупсин, р. також проявили певний рівень фунгітоксичної активності, знизивши поширеність фузаріозної кореневої гнилі на 3,2 та 3,0 % відповідно за менш одностороннього впливу на розвиток хвороби.

Антибактеріальна активність усіх тестованих препаратів та їх композицій проявилася аналогічним чином і повністю відповідала зазначеним особливостям дії протруйників на насінневу інфекцію сої. Так, використання Трихофіту, п. забезпечило обмеження поширеності бактеріальної інфекції на кореневій системі на 3,8 % за зниження інтенсивності прояву хвороби на 3,7 %. Ступінь антибактеріального впливу препарату Максим XL, т.к.с. виявився незначним, оскільки поширеність та інтенсивність розвитку бактеріозу були близькими до контрольного показника. Обробка насінневого матеріалу препаратами Фітоцид, р. і Гаупсин, р. дозволила знизити розвиток інфекції на проростках вдвічі порівняно з контролем, що забезпечило в подальшому виживання відповідно більшої кількості рослин.

Ефективна протимікробна дія препарату Трихофіт, п. забезпечила також досить вагомий антимікологічний та антибактеріальний ефект за комплексного використання його з біопрепаратами Фітоцид, р. і Гаупсин, п. Кращою була композиція Трихофіт, р. + Фітоцид, р., застосування якої виявило синергічний ефект переважно до бактеріальної інфекції. Так, поширеність фузаріозної кореневої

гнилі в цьому варіанті знизилася на 0,1 %, а бактеріальної – на 0,2 % відповідно до самостійного використання препарату Трихофіт, п., за рівноцінного розвитку хвороби в обох випадках.

Таким чином, отримані нами результати свідчать про певний, а для деяких препаратів та їх композицій досить високий рівень технічної ефективності проти збудників фузаріозної та бактеріальної кореневої гнилі сої (табл. 2).

**Таблиця 2**  
Ефективність передпосівної обробки насіння сої

Варіант досліджу	Норма використання л/т, кг/т	Технічна ефективність, %	
		<i>Fusarium spp.</i>	<i>Pseudomonas syringae pv glicinea</i> Yong et al.
Контроль (вода)	–	–	–
Максим XL, т.к.с.	1,0	73,1	8,2
Фітоцид, р	1,5	47,8	56,6
Гаупсин, р.	3,0	44,8	47,2
Трихофіт, п	2,0	71,6	71,7
Трихофіт, п. + Гаупсин, р.	2,0+2,0	68,7	58,5
Трихофіт, п. + Фітоцид, р.	2,0+1,5	73,1	75,5

Як свідчать наведені в таблиці 2 дані, фунгіцид Максим XL, т.к.с. виявив високу фунгістатичну дію проти фузаріозної інфекції, забезпечивши рівень технічної ефективності 73,1 %, що було найкращим показником, порівняно з композицією Трихофіт, р. + Фітоцид, р. В той же час антибактеріальна дія цього фунгіциду виявилася нестатково вираженою (технічна ефективність 8,2 %), що було досить очікувано.

Серед бактеріальних фунгіцидів найвища технічна ефективність проти фузаріозної інфекції зафіксована при застосуванні в якості протруйника препарату Трихофіт – 71,6 %. Ефективність Фітоциду, р. і Гаупсину, р. виявилася нижчою відповідно на 23,8 і 26,8 %. Дещо не досягала рівня найкращих показників також технічна ефективність композиції Трихофіт, р. + Гаупсин, р. – 68,7 %.

За рівнем антибактеріальної активності більшість проаналізованих мікробіологічних препаратів та їх композицій виявилися більш цікавими. Так, найкраще пригнічувався розвиток бактеріальної кореневої гнилі за використання композиції Трихофіт, р. + Фітоцид, р., технічна ефективність цього комплексу відносно *Pseudomonas syringae* досягала 75,5 %. Застосування в якості протруйника препарату Трихофіт, п. забезпечило захист від бактеріальної інфекції 71,7 % проростків сої. Біофунгіциди Фітоцид, р., Гаупсин, р. і комбінація Трихофіт, р. + Гаупсин, р. дещо поступалися зазначеним препаратам за рівнем технічної ефективності, що становила відповідно 56,6; 47,2 і 58,5 % відповідно.

Відомо, що запобігання впливу стресових факторів або пом'якшення їхньої дії на початкових етапах розвитку рослин позначається в подальшому на формуванні структурних елементів продуктивності. Негативний вплив патогенів як правило виявляється в процесі формування елементів продуктивності [11].

Аналізуючи дані, представлені в таблиці 3, можна відмітити позитивний вплив застосування протруйників



хімічної та біологічної природи на продуктивність рослин сої. Тільки за використання мікробіологічного препарату Гаупсин, р. спостерігалось зниження

біологічної урожайності відносно контролю на 0,4 %, що пояснюється зниженням як кількості зернівок з однієї рослини, так і зменшенням маси 1000 зернівок.

### Таблиця 3

Вплив передпосівної обробки насіння сої сорту Аннушка на елементи структури урожаю (середнє за 2021–2022 рр.)

Варіант досліджу	Кількість, шт./роsl.		Маса, г		Біологічна урожайність, %	
	бобів	зернівок	зернівок з 1 рослини	1000 зернівок	т./га	до контролю
Контроль (вода)	15,1	31,3	3,1	168,2	2,54	100,0
Максим XL, т.к.с.	15,8	32,6	3,2	175,5	2,65	104,3
Фітоцид, р.	15,6	32,2	3,1	172,9	2,61	102,8
Гаупсин, р.	15,1	31,2	3,0	167,5	2,53	99,6
Трихофіт, п	16,1	33,3	3,2	178,8	2,70	106,3
Трихофіт, п + Гаупсин, р.	16,2	33,5	3,3	180,2	2,72	107,1
Трихофіт, п. + Фітоцид, р.	16,8	34,7	3,4	186,8	2,82	111,0

Найкращий результат отримано при комплексному використанні біологічних фунгіцидів Трихофіт, п. і Фітоцид, р. Вони позитивно вплинули на розглянуті показники структури урожаю, завдяки чому отримано приріст біологічної урожайності на 11,0 %, що на 4,7 % перевищує результат самостійного застосування препарату Трихофіт, п. і на 8,2 % краще, ніж у варіанті з використанням препарату Фітоцид, р. Як зазначалося вище, у композиції цих препаратів швидше за все прослідковується синергічний ефект. Комбінування препаратів Трихофіт, п. і Гаупсин, р. забезпечило зростання продуктивності на 7,1 % відносно контролю за відповідного покращення усіх структурних елементів, але цей показник був майже на рівні результатів самостійного застосування Трихофіту, п. (+ 0,9 %).

Використання протруйника Максим XL, т.к.с., який є продуктом органічного синтезу, забезпечило покращення усіх структурних показників і зростання урожайності на 4,3 % відносно контролю. Відставання цього результату від показників мікробіологічних протруйників, на нашу думку, пояснюється низькою антибактеріальною активністю.

В цілому, значний позитивний вплив незараження насіння зазначеними вище препаратами можна пояснити збереженням функціонування провідної системи і повноцінного транспорту асимілятів в процесі формування та розвитку генеративних органів. У випадку бобових культур цей вплив проявляється особливо виразно внаслідок відсутності компенсаторних механізмів, які у інших культур забезпечують заміщення одного елементу врожайності іншим [11].

### Висновки

Відмічено позитивний вплив досліджуваних протруйників на посівні якості насіння сої сорту Аннушка відносно контролю і рівень адаптивності проростків у польових умовах. Виявлено значну поширеність на дослідних ділянках рослин з ознаками кореневої гнилі мікологічної (*Fusarium* spp.) та бактеріальної (*Pseudomonas syringae pv glicinea* Yong et al.) етіології. Відзначено високу фунгістатичну дію препарату Максим XL, т.к.с. проти фузаріозної кореневої гнилі сої (технічна ефективність на рівні 73,1 % за відсутності антибактеріальної активності).

Серед мікробіологічних фунгіцидів найкращу комплексну антимікробну дію виявлено у препараті Трихофіт, п. (технічна ефективність 71,6 і 71,7 % відповідно проти фузаріозу та бактеріозу), що забезпечило приріст урожайності на 6,3 % відносно контролю. За комплексного використання препаратів Трихофіт, п. і Фітоцид, р. зернова продуктивність рослин сої зросла на 11,0 %, а рівень технічної ефективності досягав 71,3 і 75,5 % відповідно до кореневої гнилі фузаріозної та бактеріальної етіології.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні біоагентів перспективних для застосування в біологічному захисті від фітопатогенних організмів.

### Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

### References

1. *Antykryzovi rishennia dlia suchasnoho roslynnystva*. (2020). Vinnytsia: TO «TD «Enzym-Ahro» [in Ukrainian]
2. Borona, V. P., Derevianskyi, V. P., & Karasevych, V. V. (2010). Vplyv biopreparativ na shkidlyvi orhanizmy ta produktyvnist zernobobovykh ta zernovykh kultur. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 73, 173–179. [in Ukrainian]
3. Broders, K. D., Lipps, P. E., Paul, P. A., & Dorrance, A. E. (2007). Evaluation of *Fusarium graminearum* Associated with Corn and Soybean Seed and Seedling Disease in Ohio. *Plant Disease*, 91 (9), 1155–1160. <https://doi.org/10.1094/pdis-91-9-1155>
4. Daryaci, A., Jones, E. E., Ghazalibiglar, H., Glare, T. R., & Falloon, R. E. (2016). Culturing conditions affect biological control activity of *Trichoderma atroviride* against *Rhizoctonia solani* in ryegrass. *Journal of Applied Microbiology*, 121 (2), 461–472. <https://doi.org/10.1111/jam.13163>
5. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2019 rik. Retrieved from: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslyn/> [in Ukrainian]
6. DSTU 2240-93. (1994) Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Sortovi ta posivni yakosti. Chynnyi vid 1994-07-01. (1994). Kyiv [in Ukrainian]
7. DSTU 4138-2002 Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti. Chynnyi vid 2003-01-01. (2004). Kyiv [in Ukrainian]
8. He, H., Zhai, Q., Tang, Y., Gu, X., Pan, H., & Zhang, H. (2023). Effective biocontrol of soybean root rot by a novel bacterial strain *Bacillus siamensis* HT1. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 125, 101984. <https://doi.org/10.1016/j.pmp.2023.101984>

9. Holiachuk, Yu., & Kosylovych, H. (2019). Fungal diseases of soybean in conditions of Educational-Research Center of Lviv National Agrarian University. *Visnik L'viv'skogo Nacional'nogo Agrarnogo Universitetu. Agronomiia*, 23, 170–172. <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.170>
10. Krutiakova, V., Gulych, O., & Pylypenko, L. (2018). Biological technique of protection of crops: prospects for Ukraine. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 96 (11), 159–168. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-20>
11. Kyrychenko, V. V. (red.). (2013). *Optyimizatsiia osnovnykh elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia soi: navchalnyi posibnyk*. Kharkiv [in Ukrainian]
12. Lych, S. V., Kyryk, M. M., Pikovskyi, M. Y., & Taranukho, Yu. M. (2014). Khvoroby soi: diahnostyka, osoblyvosti rozvytku ta zakhody zakhystu. *Propozytisia*, 1, 96–98. [in Ukrainian]
13. Melnychuk, F. S., Marchenko, O. A., & Retman, M. S. (2015). Tsytotoksychna diia funhitsydneykh protruinykiv na parostky soi. *Naukovi Dopovidi Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 5 (54). Retrieved from: [https://nd.nubip.edu.ua/2015\\_5/23.pdf](https://nd.nubip.edu.ua/2015_5/23.pdf) [in Ukrainian]
14. Milenko, O. H., Sidash, A. A., Nevkrytyi, M. M., Plishko, O. V., & Kostenko, R. V. (2023). Vplyv preparativ na efektyvnist inokulatsii posivnoho materialu soi. *Ahrarni Innovatsii*, 16, 49–53. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.8> [in Ukrainian]
15. Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini (2020). *Spetsialnyi Vypusk Zhurnalu «Propozytisia»*. Retrieved from: [https://www.cherk-consumer.gov.ua/attachments/article/3139/Perel\\_2020\\_Final.pdf](https://www.cherk-consumer.gov.ua/attachments/article/3139/Perel_2020_Final.pdf) [in Ukrainian]
16. Petrychenko, V. F., Patyka, V. P., Pasichnyk, L. A., & Pyda, S. V. (2016). *Khvoroby soi: monitorynh, diahnostyka, zakhyst: monohrafiia*. Vinnytsia: «Vindruk» [in Ukrainian]
17. Pospelova, H. D. (2015). Species composition of plant pathogenic flora of soybean seeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1-2), 44–48. <https://doi.org/10.31210/visnyk2015.1-2.08>
18. Pospelova, H. D., Barabolia, O. V., & Morozova, O. O. (2018). Influence of biological preparations on the phytosanitary state of soybean seeds. *S Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 37–42. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.05>
19. Pospelova, H. D., Chaika, T. O., & Stepanenko, R. O. (2020). Doslidzhennia patohennoi mikroflory nasinnia soi. In: T. O. Chaika, I. O. Yasnolob, & O. O. Horb (red). *Enerhoefektyvnist i enerhonzalezhnist silskykh terytorii: peredumovy formuvannia ta funktsionuvannia: kolektyvna monohrafiia*. (pp. 176–182). Poltava: Vydavnytstvo PP «Astraiia» [in Ukrainian]
20. Raichuk, T. M. (2010). Vplyv protruinykiv na mikrofloru ta skhozhist nasinnia soi. *Naukovi Dopovidi Natsionalnoho Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy*. 2010. 1 (17). Retrieved from: <https://nd.nubip.edu.ua/2010-1/10rtness.pdf> [in Ukrainian]
21. Sood, M., Kapoor, D., Kumar, V., Shetiwy, M. S., Ramakrishnan, M., Landi, M., Araniti, F., & Sharma, A. (2020). Trichoderma: the “secrets” of a multitiered biocontrol agent. *Plants*, 9 (6), 762. <https://doi.org/10.3390/plants9060762>
22. Tao, C., Wang, Z., Liu, S., Lv, N., Deng, X., Xiong, W., Shen, Z., Zhang, N., Geisen, S., Li, R., Shen, Q., & Kowalchuk, G. A. (2023). Additive fungal interactions drive biocontrol of Fusarium wilt disease. *New Phytologist*, 238 (3), 1198–1214. <https://doi.org/10.1111/nph.18793>
23. Trybel, S. O. (red.). (2001). *Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv*. Kyiv [in Ukrainian]
24. van Zijll de Jong, E., Kandula, J., Rostás, M., Kandula, D., Hampton, J., & Mendoza-Mendoza, A. (2023). Fungistatic Activity mediated by volatile organic compounds is isolate-dependent in *Trichoderma* sp. “Atroviride B.” *Journal of Fungi*, 9 (2), 238. <https://doi.org/10.3390/jof9020238>
25. Zadorzhnyi, V. S., Karasevych, V. V., Svytko, S. M., Labunets, A. V., & Kniazuk, O. V. (2019). Efektyvnist biolohichnykh preparativ na posivakh soi. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 87, 70–78. [in Ukrainian]

#### ORCID

- G. Pospelova  <https://orcid.org/0000-0002-8030-1166>  
 N. Kovalenko  <https://orcid.org/0000-0001-5998-1745>  
 N. Nechiporenko  <https://orcid.org/0000-0003-2572-9095>  
 V. Kocherga  <https://orcid.org/0000-0002-0596-0567>



2023 Pospelova G. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Influence of predecessors on soil nutrient regime and yield of winter wheat in the Left Bank Forest Steppe zone of Ukraine

V. Hanhur  | Y. Kotliar

### Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

[volodimirganguur@gmail.com](mailto:volodimirganguur@gmail.com)Poltava State Agrarian  
University, Skovoroda St.,  
1/3, Poltava, 36000,  
Ukraine

**Citation:** Hanhur, V., & Kotliar, Y. (2023). Influence of predecessors on soil nutrient regime and yield of winter wheat in the Left Bank Forest Steppe zone of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 11–16. doi: 10.31210/spi2023.26.03.02

In Ukraine, winter wheat (*Triticum aestivum* L.) is the main food crop, the yield of which is formed under the influence of natural and climatic factors of the area of cultivation, material and, technical support of the cultivation technology. The study was conducted during 2016–2020 on the experimental field of the Poltava State Agricultural Research Station named M. Vavilov in a long-term stationary field experiment for the investigation of crop rotations with short rotation. According to the results of the research, it was found that the content of basic nutrients in the soil, when growing winter wheat, changes not only under the influence of predecessors, but also before the crop predecessors. The lowest content of easily hydrolyzable nitrogen in the soil layer 0–40 cm was observed in crop rotations where the winter wheat predecessor was sunflower (14.34–14.62 mg/100 g of soil). When the crop was sown after sugar beet, the predecessor of which was spring barley, the content of easily hydrolyzed nitrogen was higher on 8.1–10.2 % in comparison with predecessor which was sunflower. With the above-mentioned location of winter wheat in the crop rotation, the content of mobile phosphorus in the soil also was the highest (19.78 mg/100 g of soil). The lowest content of the exchangeable potassium was noted in the crop rotation, where the predecessor and precursor of winter wheat were sunflower and sugar beet accordingly. Based on the experimental results, it was found that the most productive winter wheat crops are those placed in the crop rotation after chickling vetch and common vetch with oats for green fodder. In crop rotations where soybeans were the predecessor of winter wheat, a reduction in crop yield by 9.2–10.5 % was observed compared to the best predecessors. However, on average for 2016–2020, the yield of winter wheat after soybeans was quite high and reached 5.35–5.43 t/ha. Therefore, considering the small sown areas of the best predecessors for winter wheat, it is reasonable to sow the crop after harvesting early maturing soybean varieties. The worst predecessors of the crop in the experiment were sunflower and sugar beet. When sowing the winter wheat after these predecessors, the grain yield was the lowest and amounted to 5.17 and 5.23 t/ha, respectively.

**Keywords:** soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.), predecessors, pre-predecessors, crop rotation, soil nutrient regime, yield.

## Вплив попередників на поживний режим ґрунту та урожайність пшениці озимої в зоні Лівобережного Лісостепу України

В. В. Гангур | Я. О. Котляр

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава,  
Україна

В Україні пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) є основною продовольчою культурою, урожайність якої формується за впливу природно-кліматичних чинників зони, матеріального і технічного забезпечення технології вирощування. Дослідження проведено впродовж 2016–2020 рр., на дослідному полі Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова. За результатами досліджень встановлено, що вміст основних елементів живлення в ґрунті, за вирощування пшениці озимої, змінюється не лише за впливу попередників, але й перед попередників культури. Найменший вміст азоту, що легко гідролізується у шарі ґрунту 0–40 см спостерігали у сівозмінах, де передпопередником пшениці озимої був соняшник (14,34–14,62 мг/100 г ґрунту). За сівби культури після буряку цукрового, попередником якого був ячмінь ярий, вміст легкогідролізованого азоту був вищим на 8,1–10,2 %, порівняно із передпопередником соняшник. За вище зазначеного розміщення пшениці озимої у сівозміні найвищим був також і вміст рухомого фосфору в ґрунті (19,78 мг/100 г ґрунту). Найменший вміст обмінного калію відзначено у сівозміні, де попередником і передпопередником пшениці є соняшник та буряк цукровий. На підставі експериментальних даних виявлено, що найбільш продуктивними є посіви пшениці озимої за розміщення її у сівозміні після чини та вико-вівса на зеленій корм. У сівозмінах, де попередником пшениці озимої була соя спостерігали зниження урожайності культури на 9,2–10,5 %, порівняно з кращими попередниками. Проте, зважаючи на невеликі посівні площі кращих попередників для розміщення пшениці озимої, доцільною є сівба культури після збирання скоростиглих сортів сої. Гіршими попередниками культури в досліді були соняшник та буряк цукровий. За сівби культури після цих попередників урожайність зерна пшениці озимої була найнижчою і становила, відповідно 5,17 і 5,23 т/га.

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима (*Triticum aestivum* L.), попередники, перед попередники, сівозміна, поживний режим ґрунту, урожайність.

**Бібліографічний опис для цитування:** Гангур В. В., Котляр Я. О. Вплив попередників на поживний режим ґрунту та урожайність пшениці озимої в зоні Лівобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 11–16.

## Вступ

Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) належить до найбільш цінних продовольчих культур світового землеробства. Продукти харчування вироблені із зерна пшениці містять чисельні важливі та корисні компоненти для підтримання життєдіяльності людини, зокрема і білок [30]. В Україні пшениця озима є також найбільш поширеною зерновою колосовою культурою, урожайність якої у значній мірі залежить від біокліматичного потенціалу регіону та особливостей, ресурсного забезпечення технології вирощування.

Серед першочергових заходів призупинення та попередження розвитку негативних процесів і кризових явищ у сільськогосподарському виробництві є впровадження, дотримання науково обґрунтованих сівозмін із розміщенням пшениці озимої після кращих попередників, запровадженням найбільш доцільної системи обробітку ґрунту, оптимізації доз використання мінеральних добрив та засобів захисту рослин [3-5, 19, 28, 29]. Науковці стверджують, за таких умов більш раціональним і продуктивним є використання сільськогосподарських угідь, значно краще відбувається реалізація потенційної продуктивності сортів пшениці озимої, знижується рясність сеgetальної рослинності у посівах, зменшується шкодочинність шкідників і хвороб [22, 23, 25, 26].

Дослідженнями в умовах Степової зони України встановлено, що краща забезпеченість ґрунту вологою та елементами мінерального живлення формувалися за сівби культури по чорному і зайнятому пару, а нижча – після непарових попередників [7]. Поряд з цим відзначено, що роки із надмірною кількістю опадів, рослини розвивають велику вегетативну масу, особливо за розміщення у сівозміні по парових попередниках, де формується сприятливий мікроклімат для розвитку хвороб, які можуть стати істотною загрозою для майбутнього врожаю.

Експериментальні дані ряду науковців, які одержано в умовах степової зони України також свідчать про створення кращого вологозабезпечення посівів пшениці озимої за сівби по чорних та зайнятих парах, а гіршими попередниками виступають зернові колосові і просапні культури, які призводять до сильного висушування ґрунту [10, 16, 18].

Результати досліджень свідчать, що за вирощування сортів пшениці м'якої озимої різних морфотипів у північній частині Степу по чорному пару та проведенні локальних підживлень посівів азотними добривами під кінець фази кущення сприяли збільшенню урожайності на 0,34–0,64 т/га. Вірогідне підвищення урожайності зерна забезпечила і обробка рослин карбамідом та фунгіцидом у баковій суміші у фазі колосіння [6].

В досліджах Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла НААН попередники пшениці озимої – сидеральний пар та соя істотно не впливали на урожайні властивості насіння сортів культури Валенсія, Вишиванка, Княжна Миронівська слава, Трудівниця миронівська [20].

Дослідженнями встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу кращим місцем у сівозміні для насінневих посівів пшениці озимої, особливо за вирощування високих генерацій є розміщення по сидеральному пару, яке сприяє більш ефективному використанню біокліматичного потенціалу зони вирощування та формуванню високих посівних якостей і врожайних властивостей насіння [8, 9].

В умовах зони Степу встановлено, що розміщення в сівозміні пшениці озимої після гороху сприяло збільшенню врожайності культури на 2,1–2,43 т/га або 45,5–58,4 %, порівняно із сівбою після соняшнику. Разом з тим, необхідно відзначити, що використання органо-мінеральних добрив більш ефективним виявилось на ділянці, де попередником пшениці озимої був соняшник. Приріст урожайності пшениці озимої від застосування органо-мінеральних добрив РГФК-1 та РГФК-3, на варіанті, де її розміщували після гороху становив 0,8–2,0 %, а після соняшнику – 1,4–11,1 % [21].

У досліджах Миколаївського НАУ виявлено, що у середньому за роки досліджень (2007–2017 рр.) зернова продуктивність пшениці озимої по чорному пару залежно, від рівня сприятливості погодних умов вегетаційного періоду року, варіювала від 4,75 до 5,79 т/га, а за сівби після непарових попередників від 1,28 до 4,78 т/га [2].

В. В. Іваніна, І. М. Коротенко відзначають, що за вирощування пшениці озимої у ланці з горохом на фоні внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{80}P_{60}K_{60}$  врожайність зерна становила 5,42 т/га, що на 1,03 т/га більше, ніж за розміщення культури після вівсяниці на аналогічному варіанті удобрення [14].

За результатами досліджень ДУ Інститут зернових культур НААН виявлено, що вищі значення біометричних показників рослин різних сортів пшениці озимої мали за вирощування по чорному пару порівняно зі стерньовим попередником [1].

В умовах глобального потепління наявність у структурі посівних площ сівозміні бобових попередників виконує важливу екологічну функцію, зокрема сприяє зменшенню внесення азотних мінеральних добрив та забезпечує економію коштів на їх придбання [27]. Польовими дослідженнями проведеними впродовж 2013–2019 рр. на базі Науково-дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького НАУ з'ясовано, що серед бобових багаторічних трав як попередників пшениці озимої, найвищу урожайність зерна одержано за вирощування її після конюшини лучної (5,80 т/га), а найнижчу за розміщення у сівозміні після лядвенцю рогатого (4,03 т/га) [24].

Таким чином проведений аналіз літературних джерел свідчить про вагому роль попередника у формуванні продуктивності пшениці озимої у різних ґрунтово-кліматичних зонах вирощування. Поряд з цим зміна напрямів спеціалізації у сільському господарстві, надання переваги вирощуванню комерційно привабливих культур, потребує перегляд набору попередників у сучасних інтенсивних сівозмінах, зокрема і для пшениці озимої. Цим і зумовлена актуальність проведення відповідних польових досліджень.

## Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив різних попередників на поживний режим ґрунту та продуктивність пшениці озимої.

*Завдання* дослідження: вивчити вплив різних попередників на агрохімічні показники ґрунту у посівах пшениці озимої; дослідити вплив попередників на урожайність зерна пшениці озимої.

## Матеріали і методи

Дослідження проводили впродовж 2016–2020 рр., в умовах тривалого стаціонарного польового досліду на дослідному полі Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова. Ґрунт експериментальної ділянки – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий, із вмістом гумусу в шарі 0–20 см 4,2 %; азоту, що легко гідролізується – 6,9 мг/100 г ґрунту (за Тюрніним та Коновою); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в оцтовокислій витяжці – 12,7 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,4 мг/100 г ґрунту (за Масловою), реакція ґрунтового розчину слабкокисла (рН сольової витяжки – 6,3).

Схема досліду включала сім варіантів трипільних сівозмін, в яких попередниками пшениці були: буряки цукрові, соняшник, соя, вико-овес на зеленій корм,чина. Повторність варіантів досліду чотириразова. Розміщення варіантів і повторень систематичне. Посівна площа ділянки 172,8 м<sup>2</sup>, а облікова для пшениці озимої 96 м<sup>2</sup>. В досліді висівали сорт пшениці озимої Нива одеська (оригінатор Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН). Технологія вирощування культури загальноприйнята для сільськогосподарських підприємств Лівобережного Лісостепу України.

Погодні умови впродовж п'ятирічного періоду проведення досліджень (2016–2020) були помірно сприятливими для росту, розвитку пшениці озимої, але фактичні метеорологічні показники різнилися, порівняно до середніх багаторічних даних. Так, у середньому за вегетаційний період пшениці озимої

впродовж років досліджень, температура повітря становила 15,4<sup>0</sup>С, або була вищою за середнє багаторічне значення на 2,2<sup>0</sup>С, а сума опадів дорівнювала 211,4 мм, що на 17,5 мм менше норми. Максимальне перевищення середнього багаторічного значення температури повітря мало місце у вересні і червні, відповідно на 3,1 і 2,5<sup>0</sup>С. У ці ж місяці спостерігали і найбільший дефіцит вологи опадів (вересень – 22,4 мм, червень – 23,3 мм).

Для розв'язання поставлених завдань було проведено ряд спостережень, обліків та аналізів. Ґрунтові зразки для визначення вмісту поживних речовин відбирали на глибину 0–20 і 20–40 см перед збиранням культури. У відібраних зразках визначали: вміст азоту, що легко гідролізується за Корнфільдом відповідно до ДСТУ 7863:2015 [12]; вміст рухомих сполук фосфору і обмінного калію в ґрунті за модифікованим методом Чирикова згідно ДСТУ 4115–2002 [11].

Облік урожайності пшениці озимої проводили з кожної ділянки методом суцільного обмолоту комбайном SAMPO-500, з послідовним зважуванням, визначенням вологості зерна та частки не зернової домішки.

Статистичний обробіток результатів досліду проводили за допомогою дисперсійного аналізу [13].

## Результати та їх обговорення

Інтенсифікація землеробства вимагає особливої уваги до збереження і поступового підвищення показників родючості ґрунту.. Сівозміна є тим чинником, який істотно впливає на динаміку ґрунтових елементів живлення рослин, потребах у яких диференційована залежно від біологічних особливостей культури.

Результатами наших досліджень встановлено, що за розміщення у сівозміні пшениці озимої після сої вміст легкогідролізованого азоту в шарі ґрунту 0–20 см коливався від 14,81 до 15,58 мг/100 г ґрунту (табл. 1).

**Таблиця 1**

Агрохімічні показники ґрунту залежно від попередників пшениці озимої у сівозмінах з короткою ротацією

№ вар.	Попередник та передпопередник	Шар ґрунту, см	Вміст азоту, що легко гідролізується, мг/100 г ґрунту	Вміст рухомого фосфору, мг/100 г ґрунту	Вміст обмінного калію, мг/100 г ґрунту
3.	Соняшник-буряк цукровий	0-20	16,82	18,35	17,30
		20-40	13,40	17,10	16,78
6.	Соя-кукурудза	0-20	15,58	18,60	18,50
		20-40	14,43	17,85	17,02
8.	Соя-соняшник	0-20	14,83	18,56	18,83
		20-40	14,40	17,05	16,98
9.	Буряк цукровий-ячмінь ярий	0-20	16,74	20,50	17,56
		20-40	14,85	19,05	16,80
10.	Вико овес-соняшник	0-20	14,70	17,45	18,96
		20-40	13,97	16,35	16,40
11.	Соя-ячмінь ярий	0-20	14,81	16,75	18,84
		20-40	14,54	15,75	16,80
12.	Чина-соняшник	0-20	14,71	17,20	18,86
		20-40	14,25	16,25	17,65

Слід відзначити, що у сівозмiнах, де попередником сої i передпопередником пшениці озимої був ячмiнь ярий та соняшник, ґрунт за вмістом вище зазначеного елемента живлення, за групуванням згідно ДСТУ 4362:2004 характеризується низьким, а за передпопередника кукурудза на зерно – середнім ступенем забезпеченості. У 20–40 см шарі ґрунту відхилення, за вмістом у ґрунті легкогідролізованого азоту залежно від попередників сої було мінімальним i становило 0,03–0,14 мг/100 г ґрунту. Рівень забезпеченості 20–40 см шару ґрунту легкогідролізованим азотом низький. На основі одержаних результатів встановлено, що найвищий вміст азоту, що легко гідролізується у шарі ґрунту 0–20 см було відзначено за розміщення пшениці озимої після соняшнику i буряку цукрового, відповідно 16,82 i 16,74 мг/100 г ґрунту, а ступiнь забезпеченості доступним азотом середній. У сівозмiнах, де пшеницю озиму висiвали по зайнятому парі (вико-овес) та після чини, у 0–20 см шарі ґрунту мiстилася практично однакова кiлькiсть легкогідролізованого азоту, відповідно 14,70 i 14,71 мг/100 г ґрунту, що відповідає низькому рівню забезпеченості. Що стосується 20–40 см шару ґрунту то він відноситься до ґрунтів з низьким ступенем забезпеченості азотом, а найбільш виражена різниця, за вмістом цього елемента живлення між 0–20 i 20–40 см шаром, ґрунту за розміщення пшениці озимої після соняшнику (3,42 мг/100 г ґрунту) i буряку цукрового (1,89 мг/100 г ґрунту).

Спостереження за рухомим фосфором показали, що у шарі ґрунту 0–20 см вміст його максимальним був за сiвби пшениці озимої після буряку цукрового (20,52 мг/100 г ґрунту), а найнижчий за розміщення культури після сої попередником якої був ячмiнь ярий (16,75 мг/100 г ґрунту). У сівозмiнах, де попередником сої була кукурудза i соняшник, вміст рухомого фосфору був майже однаковий, відповідно 18,60 i 18,56 мг/100 г ґрунту, або був вищим порівняно з розміщенням сої після ячменю ярого на 10,8–11,0 %. За сiвби пшениці озимої після вико-вiвса i чини у 0–20 см шарі ґрунту мiстилося, відповідно 17,45 i 17,20 мг/100 г ґрунту рухомого фосфору, що менше, ніж після більшості попередників. На нашу думку це можливо пов'язано із післядією перед попередника соняшника, який під час росту i розвитку використовує значну кiлькiсть рухомого фосфору з ґрунту. За групуванням згідно ДСТУ 4362:2004 як 0–20, так i 20–40 см шар ґрунту характеризується високим ступенем забезпеченості цим елементом живлення.

Що стосується обмінного калію, то більш високий його вміст у 0–20 см шарі ґрунту відзначено за розміщення пшениці озимої після непарових зернобобових попередників (соя, чина) та зайнятого вико-вiвсом парі, відповідно 18,86–18,50 i 18,96 мг/100 г ґрунту. За сiвби культури після вище зазначених попередників ступiнь забезпеченості верхнього шару ґрунту обмінним калієм дуже високий. Нижчі показники обмінного калію відзначено в шарі ґрунту 0–20 см у сівозмiнах, де попередником пшениці озимої є соняшник i буряк

цукровий, відповідно 17,30 i 17,56 мг/100 г ґрунту, а рівень забезпеченості цим елементом живлення – високий. Менший вміст у ґрунті обмінного калію після вище зазначених попередників зумовленим більш інтенсивним використанням ними калію на ростові процеси та формування врожаю. Шар ґрунту 20–40 см, за вмістом обмінного калію, у всіх варіантах досліду, характеризувався високим ступенем забезпеченості.

Урожайність зерна сільськогосподарських культур, є однією із найважливіших функціональних характеристик роботи рослинного організму, результуючим показником оцінки ефективності чинників, що досліджували. Продуктивність пшениці озимої, як i у інших польових культур формується за впливу ряду чинників, зокрема погодних умов впродовж періоду вегетації, біологічних особливостей культури i сорту, елементів технології вирощування. У сучасних інтенсивних сівозмiнах, які максимально насичені сільськогосподарськими культурами, що користуються високим попитом як на внутрішньому, так i зовнішньому ринку, надзвичайно важливим питанням в технології вирощування є підбір ефективних попередників.

В наших дослідах попередником пшениці озимої були чина посівна на зерно, вико-вiвсяна сумішка на зелений корм, соя, буряк цукровий та соняшник (табл. 2).

**Таблиця 2**

Вплив попередників та перед попередників на урожайність пшениці озимої у сівозмiнах з короткою ротацією, т/га (середнє за 2016–2020 рр.)

№ вар.	Попередник та передпопередник	% культури у сівозміні	Урожайність, т/га
3.	Соняшник-буряк цукровий	33,3	5,17
6.	Соя-кукурудза	33,3	5,43
8.	Соя-соняшник	33,3	5,42
9.	Буряк цукровий-ячмiнь ярий	33,3	5,23
10.	Вико овес-соняшник	33,3	5,94
11.	Соя-ячмiнь ярий	33,3	5,35
12.	Чина-соняшник	33,3	5,98
	НІР <sub>05</sub>		0,32

Середні за 2016–2020 рр., результати досліджень свідчать, що найвищу урожайність зерна пшениці озимої сорту Нива одеська (5,98 т/га) одержано у сівозміні, де попередником культури була чина. Практично аналогічний рівень зернової продуктивності сформовано за розміщення пшениці озимої у сівозміні по парі зайнятому вико-вiвсяною сумішкою на зелений корм. Різниця між попередника за впливом на урожайність становила лише 0,04 т/га або 0,7 %. Істотне зниження урожайності зерна пшениці озимої відзначено за сiвби культури після сої. Порівняно з кращим попередником, недобір врожаю зерна культури становив 0,55–0,63 т/га. Слід відзначити, що попередники сої, зокрема кукурудза, соняшник, ячмiнь ярий, не мали істотного впливу на продуктивність пшениці озимої, різниця за урожайністю між ними становила лише 0,01–0,08 т/га. Результати досліджень свідчать, що гіршими попередниками для пшениці виявилися соняшник та буряк цукровий.

Зернова продуктивність пшениці озимої після вище зазначених попередників була нижчою порівняно із розміщенням культури після чини, відповідно на 0,81 і 0,75 т/га. На нашу думку, до причин, які зумовлюють зменшення урожайності пшениці у сівозмiнах, де її попередником є соняшник та буряк цукровий слід віднести недостатню якість обробітку ґрунту, гірший поживний режим та вологозабезпеченість ґрунту, практично відсутнім є часовий розрив між збиранням попередника і сівбою наступної культури у сівозміні. Проведення моделювання впливу погодних умов року та попередників засвідчили, що вони мали істотний вплив на урожайність пшениці озимої. На основі отриманих результатів створені математична модель, яка відтворює залежність урожайності пшениці озимої від комплексу погодних умов критичного періоду. Виявлені залежності описуються рівняннями регресії:

$$Y = 1,9221 - 0,2445X + 0,1468X^2 + 0,0497X_1 - 0,0002X_1^2,$$

де Y – урожайність пшениці озимої, т/га;

X – середньомісячна температура повітря березня, °C;

X<sub>1</sub> – кількість опадів за березень, мм.

Отримане рівняння дає можливість прогнозувати врожайність пшениці озимої за погодними умовами наближеними до умов проведення досліджень.

Таким чином результати досліджень свідчать, що на вміст основних елементів живлення в ґрунті, за вирощування пшениці озимої, впливають не лише попередники, але й перед попередники культури. Так, у шарі ґрунту 0–40 см найменший вміст азоту, що легко гідролізується відзначали у сівозмiнах з короткою ротацією, де передпопередником пшениці озимої був соняшник (14,34–14,62 мг/100 г ґрунту). За сівби культури після буряку цукрового, попередником якого був ячмінь ярий (вар. 9), вміст легкогідролізованого азоту становив 15,80 мг/100 г ґрунту, або був вищим на 8,1–10,2 %, порівняно із передпопередником соняшник. Вміст рухомого фосфору в ґрунті також був найвищим за вирощування пшениці озимої у вище зазначеному варіанті сівозміні (19,78 мг/100 г ґрунту). За результатами досліджень виявлено, що найменший вміст обмінного калію у сівозміні (вар. 3), де попередником і передпопередником пшениці є культури, які виносять з ґрунту велику кількість цього елементу мінерального живлення (соняшник – 325–375 кг/га, буряк цукровий – 250–300 кг/га). У досліджах С.І. Кудрі [15], відзначено тенденцію щодо підвищення кількості легкогідролізованого азоту в орному шарі чорнозему типового в сівозмiнах із бобовими попередниками пшениці озимої (112–120 мг/кг ґрунту).

За результатами досліджень виявлено, що максимальна урожайність зерна пшениці озимої формується за розміщення у сівозміні після чини та злаково-бобової однорічної травосумішки на зелений корм (вико-овес). За сівби пшениці озимої після сої спостерігали зниження урожайності культури на 9,2–10,5 %, порівняно з кращими попередниками. Однак у середньому за 2016–2020 рр., рівень урожайності пшениці озимої після сої був достатньо високий і становив 5,35–5,43 т/га. Тому, зважаючи на

невеликі посівні площі чини, гороху, однорічних та багаторічних бобово-злакових травосумішок, кукурудзи на зелений корм і силос, які є кращими попередниками для пшениці озимої, доцільною є сівба культури після сої.

Дослідження, які проведено в умовах центральної частини Лісостепової зони України свідчать, що за теперішньої структури посівних площ та перманентних змін клімату, кращим і надійним попередником для пшениці озимої, який забезпечує вищу врожайність зерна є соя [17].

## Висновки

На підставі результатів, які одержано в тривалому польовому досліді, встановлено, що в умовах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України кращим попередником пшениці озимої у сівозміні з короткою ротацією є чина та вико-овес на зелений корм. При цьому урожайність зерна становила у середньому за 2016–2020 рр., відповідно 5,98 і 5,94 т/га. У разі відсутності в господарстві кращих попередників, доцільним буде розміщення пшениці озимої після сої. Гіршими попередниками культури в досліді були соняшник та буряк цукровий. За сівби культури після соняшнику та буряку цукрового урожайність зерна пшениці озимої була найнижчою і становила, відповідно 5,17 і 5,23 т/га.

У досліді виявлено тенденцію до кращого використання елементів мінерального живлення з ґрунту в сівозмiнах із бобовими попередниками пшениці озимої.

*Перспектива подальших досліджень* полягає у вивченні попередників впливу пшениці озимої на формування забур'яненість посівів, агрофізичні показники ґрунту.

## Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

1. Bakalova, A. V. (2011). Stiiikist smorodiny chornoi. Vplyv mikroelementiv na stiiikist proty smorynykh. *Quarantine and Plant Protection*, 7, 19–22. [in Ukrainian]
1. Astakhova, Ya. V. (2022). Characteristics of growth and development of winter wheat plants depending on the variety, sowing date and predecessor in the Northern Steppe of Ukraine. *The Scientific Journal Grain Crops*, 6 (1), 140–147. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0217>
2. Hamaiunova, V. V., Smirnova, I. V., Yevtushenko, O. T., & Baklanova, T. V. (2023). Varieties and resource-saving elements of winter wheat growing technology as a west of grain production. *The Scientific Journal Grain Crops*, 6 (2), 135–143. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0243>
3. Hanhur, V. V., & Kotliar, Y. O. (2022). The influence of predecessors on the removal and balance of nutrients under winter wheat in crop rotations with a short rotation. *Taurian Scientific Herald*, 127, 20–26. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.2>
4. Hanhur, V. V., & Kotliar, Y. O. (2021). Influence of predecessors on water consumption and productivity of winter wheat in the zone of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 122–127. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.14>

5. Hanhur, V. V., Len, O. I., & Hanhur, N. V. (2022). Impact of different tillage systems on soil nutrient regime in the field of winter wheat and spring barley in the Left-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 38–44. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.04>
6. Gasanova, I. I., Yerashova, M. V., & Pedash, T. M. (2020). Optimization of nitrogen top dressing of the winter wheat at growing on the bare fallow. *The Scientific Journal Grain Crops*, 4 (2), 257–262. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0133>
7. Godulyan, I. S. (1974). *Ozimaya pschenitsa v sevooborotah*. Dnepropetrovsk: Promin [in Russian]
8. Demydov, O. A., & Siroshtan, A. A. (2018). Influence of ecological and agrotechnical conditions on yield and sowing quality of winter wheat seeds. *Agroecological Journal*, 1, 74–80. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2018.160564>
9. Demydov, O. A., Siroshtan, A. A., Kavunets, V. P., Derhachov, O. L., Ilchenko, L. I., & Zabolotnyi, V. I. (2017). The influence of environmental conditions and predecessors on yielding capacity, sowing quality and crop properties of winter wheat seeds. *Myronivka Bulletin*, 5, 152–165. <https://doi.org/10.31073/mvis201705-12>
10. Drumova, O. M., Hasanova, I. I., & Kulyk, A. O. (2022). Economic efficiency of nitrogen feedings for winter wheat cultivation in northern Steppe of Ukraine. *The Scientific Journal Grain Crops*, 5 (2), 321–328. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0191>
11. DSTU 4115-2002 *Grunty. Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliu za modyfikovanyim metodom Chyrykova. Chynnyi vid 2003-01-01*. (2003). Kyiv [in Ukrainian]
12. DSTU 7863:2015 *Yakist gruntu. Vyznachennia lehkohidrolizovanoho azotu metodom Kornfilda*. (2016). Chyrykova. Chynnyi vid 2006-07-01. Kyiv [in Ukrainian]
13. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahrononii: Pidruchnyk*. Vinnytsia: PP «TD «Edelveis i K»» [in Ukrainian]
14. Ivanina, V. V., & Korotenko, I. M. (2023). Influence of nitrogen fertilizers and predecessors on the productivity of winter wheat. *The Scientific Journal Grain Crops*, 6 (2), 100–105. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0238>
15. Kudria, S. (2020). The influence of grain-beet crop rotation with different leguminous predecessors of winter wheat on the nutritive regime of typical chernozem. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 98 (4), 15–21. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-02>
16. Kutsenko, O. M., Lyashenko, V. V., & Kalantay, O. O. (2008). Vplyv poperednykiv na produktyvnist posviv ozymoyi psheynitsi v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi aharnoi akademii*, 4, 50–53. [in Ukrainian]
17. Los, R. M., Kyrylenko, V. V., Humeniuk, O. V., & Dubovyk, N. S. (2023). Response of promising winter wheat varieties on yield to growing conditions. *The Scientific Journal Grain Crops*, 6 (2), 91–99. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0237>
18. Netis, I. T. (2011). *Psheniczya ozyma na pivdni Ukrayini: monohrafiia*. Kherson: Oldi-plyus. [in Ukrainian]
19. Pastukhov, V. I. (2003). *Enerhetychna otsinka mekhanizovanykh tekhnolohiy rosllynnytstva. Metody i rezultaty*. Kharkiv: Ranok – NT [in Ukrainian]
20. Siroshtan, A. A., Kavunets, V. P., & Ilchenko, L. I. (2019). Yielding properties of bread winter wheat seeds depending on morphotypes of embryos and the influence of hydrothermal conditions and preceding crops on them. *Myronivka Bulletin*, 8, 25–32. <https://doi.org/10.31073/mvis201908-03>
21. Solodushko, M. M. (2022). Influence of organomineral fertilizers on winter wheat yield after non-fallow predecessors in the Steppe zone. *The Scientific Journal Grain Crops*, 6 (1), 91–99. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0211>
22. Tarariko, Yu. O., Nesmashna, O. E., & Glushchenko, L. D. (2001). *Enerhetychna otsinka system zemlerobstva i tekhnolohiy vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur: metodychni rekomendatsiyi*. Kyiv: Nora-print [in Ukrainian]
23. Tarariko, Yu. O., Nesmashna, O. Yu., & Berdnikov, O. M. (2005). *Bioenerhetychna otsinka silskohospodarskoho vyrobnytstva*. Kyiv: Agrarian Science [in Ukrainian]
24. Tkachuk, O. P. (2022). Ecological, economic and bioenergy assessment of technologies for winter wheat cultivation after the perennial legume grasses. *The Scientific Journal Grain Crops*, 6 (1), 124–132. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0215>
25. Shakaliy, S. M., Bahan, A. V., Yeshchenko, V. M., & Senchuk, T. Yu. (2020). Effectiveness of biological elements of winter wheat production technology in the Forestry zone of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 112, 174–180. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.25>
26. Shakaliy, S. M., Bagan, A. V., Yurchenko, S. O., & Chetveryk O. O. (2021). Influence of predecessors on yield and grain quality of new winter durum wheat varieties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 65–71. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.07>
27. Babulicová, M. (2014). The influence of fertilization and crop rotation on the winter wheat production. *Plant, Soil and Environment*, 60 (7), 297–302. <https://doi.org/10.17221/3/2014-pse>
28. Korotkova, I., Marenych, M., Hanhur, V., Laslo, O., Chetveryk, O., & Liashenko, V. (2021). Weed Control and winter wheat crop yield with the application of herbicides, nitrogen fertilizers, and their mixtures with humic growth regulators. *Acta Agrobotanica*, 74. <https://doi.org/10.5586/aa.748>
29. Marenych, M. M., Kaminsky, V. F., Bulygin, C. Yu., Hanhur, V. V., Korotkova, I. V., Yurchenko, S. O., Bahan, A. V., Taranenko, S. V., & Liashenko, V. V. (2020). Optimization of factors of managing productive processes of winter wheat in the Forest-steppe. *Agricultural Science and Practice*, 7 (2), 44–54. <https://doi.org/10.15407/agrisp7.02.044>
30. Shewry, P. R., & Hey, S. J. (2015). The contribution of wheat to human diet and health. *Food and Energy Security*, 4 (3), 178–202. <https://doi.org/10.1002/fes3.64>

#### ORCID

V. Hanhur  <https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>



© 2023 Hanhur V. and Kotliar Y. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



## Effect of fertilizer systems with humic preparation on yield and profitability of winter wheat cultivation

I. Korotkova ✉ | V. Karasenko

### Article info

#### Correspondence Author

I. Korotkova

E-mail:

[irinakorotkova10@gmail.com](mailto:irinakorotkova10@gmail.com)

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody str.,

Poltava, 36003,

Ukraine

**Citation:** Korotkova, I., & Karasenko, V. (2023). Effect of fertilizer systems with humic preparation on yield and profitability of winter wheat cultivation. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 17–21. doi: 10.31210/spi2023.26.03.03

The winter wheat yield mostly depends on the weather conditions during the growing season (temperature and precipitation), the presence of nutrients in the soil, and the system for wheat crops protecting from weeds. The use of humic preparations in the mixtures' composition with mineral fertilizers makes it possible to purposefully regulate the plant's potential capabilities, ensuring an increase in the efficiency of their absorption of soil nutrients, cell permeability and regulation of mechanisms involved in plant growth stimulation. The aim of this research was to determine the mixtures of mineral fertilizers with humic preparation effectiveness on the yield of winter wheat grain and to provide an economic justification. Field experiments were carried out in Poltava region on typical heavy loamy chernozems using Podolyanka winter wheat cultivar during 2019–2022. The trials consisted of four fertilizer variants: ammonium nitrate, 120 kg/ha; urea, 100 kg/ha; carbamide-ammonia mixture (CAM-32), 100 kg/ha; an ammonium nitrate and Humisol-prima (1 : 1) mixture; urea and Humisol-prima (1 : 1) mixture; CAM and Humisol-prima (1 : 1) mixture. The addition of a humic preparation to nitrogen fertilizers contributed to a significant increase in their action efficiency, which was reflected in the winter wheat yield increase by an average of 15.7 %. The yield increase in the plots fertilized with mixtures of ammonium nitrate + Humisol-prima, urea + Humisol-prima, CAM + Humisol-prima was 10, 16 and 21 %, respectively, relative to the yield index obtained from the plots where pure nitrogen fertilizers were used. The highest yield increase of 21 % was obtained in the plots where the CAM + Humisol-prima mixture was applied to the soil. As a result, the maximum profit of 20,145 hm/ha and the production profitability at the level of 142 % were obtained for this fertilizer variant.

**Keywords:** winter wheat, humic preparations, nitrogen fertilizers, productivity, profitability.

## Вплив систем удобрення з гуміновим препаратом на врожайність та прибутковість вирощування пшениці озимої

I. В. Короткова | В. М. Карасенко

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава, Україна

Врожайність пшениці озимої найбільше залежить від погодних умов протягом сезону вегетації (температура й опади), наявності поживних елементів у ґрунті та від системи захисту посівів пшениці від бур'янів. Використання гумінових препаратів у складі сумішей з мінеральними добривами дає змогу спрямовано регулювати потенційні можливості рослин, забезпечуючи підвищення ефективності поглинання ними поживних речовин із ґрунту, проникність клітин і регулювання механізмів, які беруть участь в стимуляції росту рослин. Мета дослідження полягає у визначенні впливу сумішей мінеральних добрив з гуміновим препаратом на врожайність зерна пшениці озимої та обґрунтуванні економічної ефективності. Польові дослідження проводились протягом 2019–2022 років в умовах Полтавської області на чорноземах типових важко суглинкових з використанням пшениці озимої сорту Подолянка. Випробування склалися з чотирьох варіантів удобрення: аміачна селітра, 120 кг/га; карбамід, 100 кг/га; карбамідно-аміачна суміш (КАС-32), 100 кг/га; суміш аміачної селітри та Гумісол-прима (1 : 1); суміш карбаміду та Гумісол-прима (1 : 1); суміш КАС і Гумісол-прима (1 : 1). Додавання гумінового препарату до азотних добрив сприяло значному підвищенню ефективності їх дії, що відобразилось у зростанні врожайності пшениці озимої в середньому на 15,7 %. Приріст урожайності на ділянках, які удобрювались сумішами аміачної селітри + Гумісол-прима, карбаміду + Гумісол-прима, КАС + Гумісол-прима становив 10, 16 та 21 % відповідно, відносно показника врожайності, отриманого з ділянок, де вносили чисті азотні добрива. Найбільше збільшення врожайності у 21 % отримано на ділянці, де в ґрунт вносили суміш КАС + Гумісол-прима. В результаті, за цього варіанту удобрення було отримано максимальний прибуток у розмірі 20145 грн/га та рентабельність виробництва на рівні 142 %.

**Ключові слова:** пшениця озима, гумінові препарати, азотні добрива, врожайність, прибутковість.

**Бібліографічний опис для цитування:** Короткова І. В., Карасенко В. М. Вплив систем удобрення з гуміновим препаратом на врожайність та прибутковість вирощування пшениці озимої. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 17–21.

## Вступ

На сьогодні у сучасному сільськогосподарському виробництві використовується багато ефективних засобів, що сприяють підвищенню врожайності пшениці, як однієї з найважливіших зернових культур [1]. Щороку реєструються нові сорти пшениці озимої з різноманітними сільськогосподарськими та функціональними характеристиками, які можна вирощувати в певному регіоні чи кількох регіонах нашої країни, удосконалюються технології вирощування [2, 3]. Але, пошук ефективних, екологічно прийнятних агротехнологій, які гарантують стабільний високий урожай даної зернової культури при зниженні собівартості та негативного впливу засобів інтенсифікації на довкілля, залишається актуальним [4].

Одним із основних факторів, що впливають на розмір врожаю пшениці озимої, є погодні умови протягом сезону вегетації, зокрема температура та опади. На величину врожаю опосередковано впливає система захисту посівів пшениці від бур'янів [5]. З цією метою розроблено та впроваджено у практику виробництва широкий асортимент гербіцидів, що містять сполуки різноманітного хімічного складу та характеризуються різними механізмами дії [6]. Крім того, сорти пшениці озимої характеризуються різними адаптивними властивостями до застосовуваної агротехніки, основне місце в якій займають способи живлення, тобто, види та форми добрив, що використовуються на всіх етапах розвитку рослини. Наприклад, добриво ґрунту виконує не лише функції поповнення поживних речовин для рослин, а також сприяє їх мобілізації в доступну форму, підвищує енергію процесів життєдіяльності, покращує властивості ґрунту [7–10]. Отже, науково обґрунтована система внесення добрив виконує найважливіші функції в агротехнології вирощування пшениці озимої та сприяє отриманню високих врожаїв даної культури.

Однак, вирішити це питання за рахунок лише збільшення обсягів мінеральних добрив на сучасному етапі розвитку аграрного виробництва не доцільно: з одного боку це призведе до забруднення навколишнього середовища (лише близько 47–50 % внесеного азоту поглинається культурою протягом вегетаційного періоду [11], все інше потрапляє в навколишнє середовище у вигляді нітратів ( $\text{NO}_3^-$ ), що вимиваються у гідросистеми, аміаку ( $\text{NH}_3$ ) та закису азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ), які забруднюють атмосферу та ґрунти [12], з іншого боку – надмірне використання мінеральних добрив не завжди є корисним для рослини. Саме тому обов'язковим етапом технологій виробництва пшениці озимої стало впровадження стимуляторів росту [13], що дає можливість зменшувати дози застосованих добрив, тим самим обмежити негативний вплив на навколишнє середовище, особливо при застосуванні стимуляторів росту природного походження, до яких належать багаточисленні гумінові препарати [14, 15].

Відомо, що спільне застосування гумінових стимуляторів росту та мінеральних добрив підвищує рівень окультуреності ґрунту за рахунок істотного

підвищення вмісту поживних речовин в ґрунті, сприяє поліпшенню його структури, вологості та повітрообміну. В свою чергу, присутність гумінових речовин підвищує ефективність поглинання рослинами поживних речовин із ґрунту, проникність клітин і регулює механізми, які беруть участь в стимуляції росту рослин [16–21].

Таким чином, вивчення дії цих препаратів у складі сумішей з мінеральними добривами дає змогу спрямовано регулювати потенційні можливості рослин, зокрема, пшениці озимої, що забезпечить її економічну привабливість для виробників.

## Мета дослідження

Мета дослідження полягає у визначенні впливу сумішей мінеральних добрив з гуміновим препаратом на врожайність зерна пшениці озимої та обґрунтуванні економічної ефективності.

Завдання дослідження: встановити залежність врожайності пшениці озимої від варіантів живлення та визначити такий, що призводить до максимального ефекту; оцінити економічну ефективність запропонованих способів живлення пшениці озимої за включенням їх до технології вирощування культури.

## Матеріали і методи

Для польових досліджень протягом 2019–2022 років використано пшеницю озиму сорту Подолянка в умовах СТОВ «Агрофірма Оржицька» (Полтавська область). Ґрунт дослідної ділянки характеризується як чорнозем типовий важко суглинковий з  $\text{pH}_{\text{KCl}} = 5,7$  та вмістом: гумусу в орному шарі – 4,8–5,1 %, азоту загального – 14,6 мг/кг (лужногідролізованого – 10,3 мг/кг), фосфору – 8,9 мг/кг, калію – 68,7 мг/кг.

У зв'язку з тим, що вміст нітрогену в ґрунті досить невисокий (14,6 мг/кг), для збагачення ґрунту азотом було використано горох, як попередник. Після збирання гороху проведено дискування ґрунту дисковим знаряддям БДТ-7 з закладенням більшої частини його рослинних залишків в ґрунт на глибину 8–10 см. Надалі в ґрунт внесені мінеральні та комбіновані (суміші) добрива. Основний обробіток ґрунту передбачав оранку культиватором навісним КПС-4 на глибину 10–12 см. Для передпосівного обробітку здійснено культивування ґрунту з боронуванням глибиною 5–6 см. Передпосівна обробка насіння пшениці озимої здійснювалася фунгіцидом Максим 025 FS, з розрахунку – 2 л/т для захисту від снігової плісняви, кореневої гнилі, твердої сажки та фузаріозу [22].

Насіння висівали звичайним рядковим способом з урахуванням норми висіву 5,5–6,0 млн шт./га з його загортанням на глибину 6–8 см та коткуванням катком кількочастотно-шпоровим ЗККШ-6.

Для боротьби з дводольними бур'янами у весняний період посіви пшениці озимої (у фазу «кущення») обробляли гербіцидом Пріма SE з розрахунку 0,5 л/га [23]. Для захисту посівів від шкідників використано інсектицид системної дії Акцент, КЕ з розрахунку 1,5 л/га [24] та фунгіцид Імпакт 25 SC – 0,5 л/га [25].

Схема удобрення передбачала:

- З метою прийнятого режиму живлення рослин пшениці озимої протягом всього періоду вегетації, задля посилення розвитку кореневої системи та підвищення стійкості культури до морозів внесено нітроамомофоску з  $N_8P_{24}K_{24}$  на всіх дослідних ділянках під час основного обробітку ґрунту.

- Для регенеративного підживлення у фазу «вихід у трубку» було застосовано такі варіанти удобрення:

1. Аміачна селітра, 120 кг/га.
2. Карбамід, 100 кг/га.
3. Карбамідно-аміачна суміш (КАС-32), 100 кг/га.
4. Суміш аміачної селітри та Гумісол-прима (1 : 1).
5. Суміш карбаміду та Гумісол-прима (1 : 1).
6. Суміш КАС і Гумісол-прима (1 : 1).

Серед значної лінійки гумінових препаратів було використано органо-мінеральне добриво Гумісол-прима, яке вироблене на основі вермі-компосту, – продукту переробки гною ВРХ червоними каліфорнійськими черв'яками *Eisenia fetida*. Добриво збагачене азотом, фосфором і калієм у легкодоступній активній формі з підсиленими імуностимулюючими, антистресовими та фунгіцидними властивостями. Також, воно містить наступні діючі речовини: магній, сірку; мікроелементи (В, Со, Сu, Fe, Мп, Мо, Se, Zn), гумінові речовини (гумати та фульвові кислоти). Концентрація діючої речовини: гумінові речовини, 1,0–5,0 % + N, не менше 0,01 % +  $P_2O_5$ , не менше 0,01 % +  $K_2O$ , не менше 0,01 % +

мікроелементи [26]. Кількість внесення робочого розчину Гумісол-прима – 250 л/га.

Друге підживлення проводилося за таких же варіантів у фазу «початок колосіння» одразу після обробкою гербіцидом.

Посівна площа земельної ділянки становить 1 га, облікової – 0,8 га. Повторність досліду – триразова. Розміщення варіантів – рендомізоване. Збирання врожаю проводилося у фазу «повна стиглість» прямим комбайнуванням.

## Результати та їх обговорення

Формування врожаю пшениці озимої залежно від виду та форм добрив відбувається по-різному. В одному випадку – за рахунок високого коефіцієнта продуктивного кушіння, в іншому випадку – за рахунок високої маси 1000 зерен, у третьому – за рахунок більшої озерненості колосу, а в деяких випадках – за рахунок всього цього комплексу.

У наших дослідженнях урожайність зерна пшениці озимої сорту Подолянка залежала як від метеорологічних умов, так і від форм внесених добрив. Для оцінки ролі добрив у формуванні врожайності й аналізу їх ефективності, нами було порівняно урожайність пшениці з ділянок, удобрених чистими азотними добривами, та врожайність з ділянок, де вносили суміші азотних добрив з гуміновим препаратом Гумісол-прима. Результати представлені на рисунку 1.

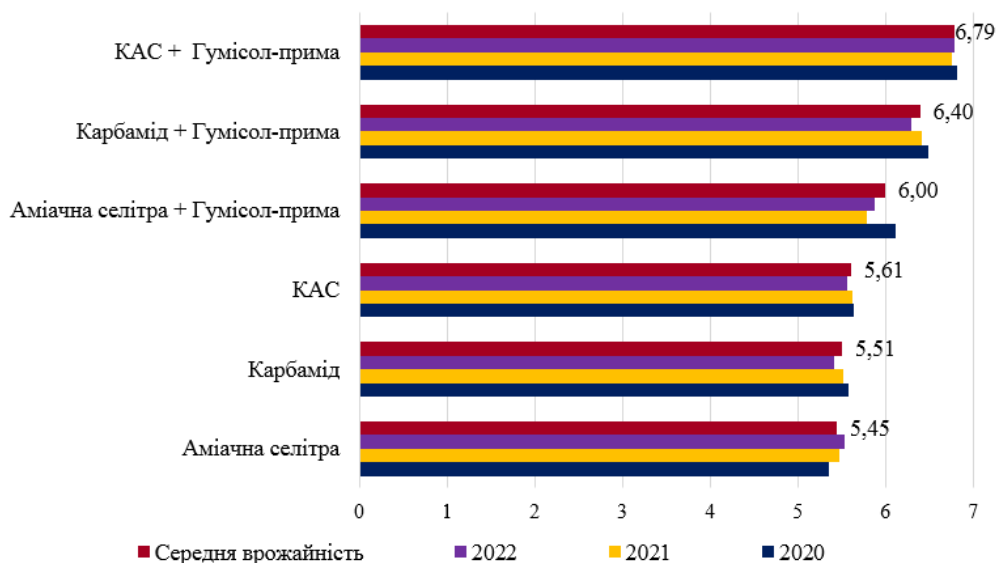


Рис. 1. Рівень врожаю зерна пшениці озимої сорту Подолянка залежно від форм підживлень за роки досліджень (2019–2022 рр.), т/га

Присутність гумінового компонента в суміші з мінеральними добривами, вочевидь, дозволило знизити негативний вплив метеорологічних факторів на врожайність. У проведеному польовому досліді з обробкою ґрунту сумішами азотних добрив з гуміновим препаратом Гумісол-прима отримані дані, що підтверджують достовірне збільшення врожаю на всіх фонах їх використання. Внесок гумінового компонента в підвищенні врожайності щодо чистих

азотних добрив становив 0,87 т/га. Додавання гумінового препарату до азотних добрив сприяло значному підвищенню ефективності їх дії, що відобразилось у зростанні врожайності в середньому на 15,7 %.

Порівняння впливу на врожайність чистих азотних добрив, незважаючи на різний вміст азоту в їх складі, не дозволяє зробити висновок про суттєві переваги будь-якого з них. Можна зазначити, що

в результаті використання КАС-32 урожайність пшениці збільшилась лише на 2–3 % у порівнянні з аміачною селітрою та карбамідом.

Порівняно, також з урожайністю з ділянок, удобрених аміачною селітрою, карбамідом та КАС з урожайністю на варіантах, де дані добрива вносили у сумішах з Гумісол-прима. Отримані результати підтверджують, що присутність в кожній суміші гумінової речовини підсилює дію азотного добрива і, як наслідок, зростає врожайність. Так, приріст урожайності на ділянках, які удобрювались сумішами аміачної селітри + Гумісол-прима, карбаміду + Гумісол-прима, КАС + Гумісол-прима становив 10, 16 та 21 %, відповідно, відносно показника врожайності, отриманого з ділянок, де вносили чисті азотні добрива. Максимальне збільшення врожайності (21 %) отримано на ділянці, де в ґрунт вносили суміш КАС + Гумісол-прима.

Таким чином, результати даного дослідження показали, що склад суміші КАС + Гумісол-прима (1 : 1) виявився задовільним для посилення компонентів врожайності та для досягнення високого врожаю пшениці озимої сорту Подолянка. Присутні у суміші елементи живлення здатні забезпечити належний рівень поживних речовин, необхідний рослинам пшениці протягом всієї вегетації, а гуміновий препарат дозволяє скорегувати їх доступність для рослин. В цілому застосування гумату, як стимулятора росту, в суміші з азотними добривами, дозволяє отримати збільшення врожаю за рахунок поліпшення всіх його структурних показників.

### Таблиця 1

Економічна ефективність вирощування пшениці озимої сорту Подолянка залежно від варіанту удобрення

Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Виробнича собівартість, грн/га	Повна собівартість, грн/т	Валова продукція, грн/га	Прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Аміачна селітра	5,45	9026	10831	24840	14009	129,3
Карбамід	5,51	9686	11423	25300	14877	130,2
КАС	5,61	10442	11530	26680	15050	130,5
Аміачна селітра + Гумісол-прима	6,00	11546	13181	30360	17179	135,8
Карбамід + Гумісол-прима	6,40	11036	13243	31280	18037	136,2
КАС + Гумісол-прима	6,79	12347	14187	34312	20145	142,0

Таким чином, найбільшу економічну ефективність забезпечує впровадження в технологію вирощування пшениці озимої, для удобрення ґрунту, сумішей азотних добрив з гуміновим препаратом Гумісол-прима, оскільки врожайність за такого способу внесення поживних речовин значно вища і складає 6,0–6,79 т/га, ніж за умови використання традиційних мінеральних добрив (5,45–5,61 т/га).

Тому, в умовах Полтавської області, пшеницю озиму економічно вигідніше вирощувати з використанням представлених сумішей, незважаючи на відносно високу вартість гумінових препаратів, оскільки отримані врожаї на ~21 % перевищують ті, що отримані за умови використання лише мінеральних добрив. І це лише за двократного внесення вказаних сумішей, а якщо використовувати їх так, як рекомендує компанія-виробник – приріст врожаю буде значно більшим.

Агрономічну ефективність використання різних варіантів удобрення пшениці озимої варто доповнити розрахунком економічної ефективності, для чого необхідно правильно визначити систему взаємо-пов'язаних показників, які повинні найбільш об'єктивно характеризувати її рівень. Для цього нами враховано не лише загальні, продуктивні можливості культури (врожайність), а й низку інших важливих показників: вартість валової продукції, загальні витрати, собівартість продукції, умовно чистий прибуток та рівень рентабельності. Для цього була використана технологічна карта вирощування пшениці озимої з урахуванням переважної кількості витрат, у тому числі вартість всіх варіантів добрив, що досліджувались.

Розрахунок витрат паливно-мастильних матеріалів і розмір тарифних ставок проведено відповідно до [27]. Слід зазначити, що основними витратами при вирощуванні пшениці за такими варіантами удобрення є витрати на придбання та внесення добрив, особливо, гумінового препарату Гумісол-прима. Відносно висока вартість даного органічного добрива істотно вплинула на економічну ефективність процесу вирощування пшениці озимої, але його використання, особливо у складі суміші з мінеральними добривами, економічно виправдане. Так, застосування суміші КАС + Гумісол-прима забезпечило отримання найвищого прибутку у розмірі 20145 грн/га та рентабельності виробництва на рівні 142 % (таблиця 1).

### Висновки

Проведеними дослідженнями визначено, що всі запропоновані системи живлення на основі сумішей азотних добрив і гумінового препарату сприяють збільшенню врожайності пшениці озимої у порівнянні з обсягом врожаю, отриманого з ділянок за використання чистих азотних добрив. Найбільший врожай 6,79 т/га пшениці озимої було отримано на ділянці, де використовували суміш КАС + Гумісол-прима (1 : 1), що на 21 % більше, ніж на ділянці, де вносили КАС. В результаті, застосування суміші КАС + Гумісол-прима забезпечує отримання прибутку у розмірі 20145 грн/га та рентабельність виробництва на рівні 142 % у порівнянні з використанням чистої КАС.

*Перспективи подальших досліджень.* Дослідити ефективність застосування різних варіантів удобрення на врожайність сої в умовах Лісостепу України.

### Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

### References

1. Guarin, J. R., Martre, P., Ewert, F., Webber, H., Dueri, S., Calderini, D., Reynolds, M., Molero, G., Miralles, D., Garcia, G., Slafer, G., Giunta, F., Pequeno, D. N. L., Stella, T., Ahmed, M., Alderman, P. D., Basso, B., Berger, A. G., Bindi, M., & Asseng, S. (2022). Evidence for increasing global wheat yield potential. *Environmental Research Letters*, 17(12), 124045. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aca77c>
2. Morgun, V. V., Priadkina, G. A., & Zborivska, O. V. (2019). Depositing ability of stem of winter wheat varieties of different periods of selection. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(2), 239–244. <https://doi.org/10.15421/021936>
3. Tsenov, N., Gubатов, T., Raykov, G., Ivanova A., & Chamurliiski, P. (2017). New approaches for evaluation the grain yield of winter wheat in contrasting environments. *International Journal of Current Research*, 9(01), 44487–44495.
4. Chaika, T., Korotkova, I., Barabolia, O., Shokalo, N., Chetveryk, O., Bilenko, O., & Krykunova, V. (2021). Technological peculiarities of the mustang and *Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl wheat cultivation according to organic farming standards. *International Journal of Botany Studies*, 6(6), 205–210.
5. Jensen, K. J. S., Hansen, S., Styczen, M. E., Holbak, M., Jensen, S. M., & Petersen, C. T. (2021). Yield and development of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and spring barley (*Hordeum vulgare*) in field experiments with variable weather and drainage conditions. *European Journal of Agronomy*, 122, 126075. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126075>
6. Craigie, J. S. (2010). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 371–393. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>
7. Shah, M. T., Zodape, S. T., Chaudhary, D. R., Eswaran, K., & Chikara, J. (2013). Seaweed sap as an alternative liquid fertilizer for yield and quality improvement of wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 36(2), 192–200. <https://doi.org/10.1080/01904167.2012.737886>
8. Horobets, M., Chaika, T., Korotkova, I., Pysarenko, P., Mishchenko, O., Shevnikov, M., & Lotysh, I. (2021). Influence of growth stimulants on photosynthetic activity of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) crops. *International Journal of Botany Studies*, 6(2), 340–345.
9. Korotkova, I. V., Gorobets, M. V., & Chaika, T. O. (2021). Influence of growth stimulants on productivity of spring barley varieties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 20–30. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.02>
10. Korotkova, I. V., & Chaika, T. O. (2022). Rol huminovykh preparativ ta yikh sumishei z mineralnymy dobryvamy v tekhnolohiiakh vyroshchuvannya pshenytsi ozymoi. In T. O. Chaika (red.), *Ekolohoorientovani pidkhody vidnovlennia tekhnohenko zabrudnennykh terytorii i stvorennia stalnykh ekosystem: kolektyvna monohrafiia* (pp. 279–322). Poltava: PP «Astraia» [in Ukrainian]
11. Lassaletta, L., Billen, G., Grizzetti, B., Anglade, J., & Garnier, J. (2014). 50 year trends in nitrogen use efficiency of world cropping systems: the relationship between yield and nitrogen input to cropland. *Environmental Research Letters*, 9(10), 105011. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/10/105011>
12. Misselbrook, T. H., Cardenas, L. M., Camp, V., Thorman, R. E., Williams, J. R., Rollett, A. J., & Chambers, B. J. (2014). An assessment of nitrification inhibitors to reduce nitrous oxide emissions from UK agriculture. *Environmental Research Letters*, 9(11), 115006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/11/115006>
13. Bakhmat, M. I., Sendetsky, I. V., Kozina, T. V., & Sendetsky, V. M. (2019). The influence of growth regulator and seeding rates on the formation of winter rape production in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Agronomy*, 2(3), 189–193. <https://doi.org/10.32819/019027>
14. Trevisan, S., Francioso, O., Quaggiotti, S., & Nardi, S. (2010). Humic substances biological activity at the plant-soil interface. *Plant Signaling & Behavior*, 5(6), 635–643. <https://doi.org/10.4161/psb.5.6.11211>
15. Marenych, M. M., Kaminsky, V. F., Bulygin, C. Yu., Hanhur, V. V., Korotkova, I. V., Yurchenko, S. O., Bahan, A. V., Taranenko, S. V., & Liashenko, V. V. (2020). Optimization of factors of managing productive processes of winter wheat in the Forest-steppe. *Agricultural Science and Practice*, 7(2), 44–54. <https://doi.org/10.15407/agrisp.7.02.044>
16. Korotkova, I., Chaika, T., Romashko, T., & Rybalchenko, A. (2022). Photosynthetic pigments content in emmer wheat plants as criteria of productivity in traditional and organic farming technology. *Innovative Biosystems and Bioengineering*, 6(1), 31–39. <https://doi.org/10.20535/ibb.2022.6.1.25277>
17. Akhtar, K., Muhammad Shah, S. N., Ali, A., Zaheer, S., Wahid, F., Khan, A., Shah, M., Bibi, S., & Majid, A. (2014). Effects of humic acid and crop residues on soil and wheat nitrogen contents. *American Journal of Plant Sciences*, 5(09), 1277–1284. <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.59141>
18. Sharma, H. S. S., Fleming, C., Selby, C., Rao, J. R., & Martin, T. (2013). Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*, 26(1), 465–490. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0101-9>
19. Mirzamasoumzadeh, B. (2012). A comparison study on humic acid fertilizers effect on initial growth stages on four wheat cultivars. *Annual Biological Research*, 3(10), 4747–4750.
20. Korotkova, I., Marenych, M., Hanhur, V., Laslo, O., Chetveryk, O., & Liashenko, V. (2021). Weed control and winter wheat crop yield with the application of herbicides, nitrogen fertilizers, and their mixtures with humic growth regulators. *Acta Agrobotanica*, 74. <https://doi.org/10.5586/aa.748>
21. Lotfi, R., Kalaji, H. M., Valizadeh, G. R., Khalilvand Behrozyar, E., Hemati, A., Gharavi-Kochebagh, P., & Ghassemi, A. (2018). Effects of humic acid on photosynthetic efficiency of rapeseed plants growing under different watering conditions. *Photosynthetica*, 56(3), 962–970. <https://doi.org/10.1007/s11099-017-0745-9>
22. *Synhenta Ukraina*. Maksym 025 FS, TH. Retrieved from: <https://www.syngenta.ua/product/crop-protection/maksim-025-fs-th> [in Ukrainian]
23. *Agro Retail*. Herbityd Prima SE. Retrieved from: <https://agroretail.com.ua/ua/pl138909172-gerbitsid-prima-corteva.html> [in Ukrainian]
24. *Agrosfera*. Aktsent. Retrieved from: <https://agrosfera.ua/ua/catalog/sredstva-zahiti/akcent-57> [in Ukrainian]
25. *Agrarii razom*. Impakt 25 SC. Retrieved from: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations/impakt-25-sc> [in Ukrainian]
26. Humisol-pryma NPK. Retrieved from: <https://humi-plus.com/product/gumisol-prima-npk> [in Ukrainian]
27. Vytraty palyva i normy produktyvnosti dla silskohospodarskoi tekhniki, yaka vykorystovuietsia dla provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn u filiiakh Ukrainskoho instytutu ekspertyzy sortiv roslyn. (2020). Vinnytsia: TOV «Tvory» [in Ukrainian]

### ORCID

I. Korotkova  <https://orcid.org/0000-0003-0577-9634>



© 2023 Korotkova I. and Karasenko V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Yield and quality of root fruits of sugar beet when grown in crop rotation with short rotation

V. Hanhur  | V. Filonenko

### Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

[volodimirganguur@gmail.com](mailto:volodimirganguur@gmail.com)Poltava State Agrarian  
University, Skovoroda St.,  
1/3, Poltava, 36000,  
Ukraine

**Citation:** Hanhur, V., & Filonenko, V. (2023). Yield and quality of root fruits of sugar beet when grown in crop rotation with short rotation. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 22–25. doi: 10.31210/spi2023.26.03.04

Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) is the second largest sugar crop in the world after Sugarcane. Sugar beet is not only a source of material for sugar production, but also an important by-products of its conversion, including pulp and molasses, which are widely used in animal feed rations. Sugar beet is a very demanding crop for its predecessors. A number of scientists noted that not only the predecessors but also the crops that precede them have a significant effect on the formation of root crop yields. In the studies conducted during 2016–2022 at the Poltava State Agricultural Experimental Station named M. Vavylow, was found that the highest yield of sugar beet root was obtained in a 5-field crop rotation, where sugar beet was cultivated after spring barley in a link with perennial legumes of two-year use (alfalfa) – 42.1 t/ha. The yield of sugar beet, when it cultivated in a crop rotation after winter wheat, the predecessor of which was peas for grain, black steam, sainfoin for one cut, alfalfa for two years for green fodder, was 40.4–41.7 t/ha, or lower compared to sowing after spring barley by 0.4–1.7 t/ha or only 1–4 %. It should be noted that according to the results of the analysis of variance, such a decrease in the yield of root crops is not significant and is within the limits of the NIR (3.46 t/ha). The results of the study indicate that the sugar content of sugar beet roots in the crop rotation, where winter wheat was sown after peas for grain, was higher by 0.7 % (absolute) than in the crop rotation with black steam (19.0 and 18.3 %, respectively). In our opinion, the decrease in sugar content of root vegetables in grain-steam crop rotation, compared to grain crop rotation, under the same fertilizer system, is due to an abundance of nitrogen nutrition. Thus, the results of the study showed that in crop rotations with short rotation term, an equivalent predecessor for sugar beet is winter wheat, the predecessor of which was black steam, after peas for grain, sainfoin for one cut, two-year alfalfa for green fodder and spring barley, that was preceded by two-year alfalfa for green fodder.

**Keywords:** sugar beet (*Beta vulgaris* L.), predecessor, forepredecessor, crop rotation, yield, sugar content, dry matter.

## Урожайність та якість коренеплодів буряків цукрових за вирощування у сівозмінах з короткою ротацією

В. В. Гангур | В. С. Філоненко

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава,  
Україна

Буряк цукровий (*Beta vulgaris* L.) – визнають другою в світі цукроносною культурою після тростини. Культура є дуже вимогливою до попередників. Ряд науковців відзначають, що на формування урожайності коренеплодів значний вплив мають не лише попередники, але й ті культури, що передують їм. Дослідження проведеними впродовж 2016–2022 рр. на Полтавській державній сільськогосподарській дослідній станції ім. М. І. Вавилова встановлено, що найвищу урожайність коренеплодів одержано у 5-пільній сівозміні, де розміщували буряки цукрові після ячменю ярого в ланці з багаторічними бобовими травами дворічного використання (люцерна) – 42,1 т/га. Урожайність буряків цукрових, за розміщення у сівозміні після пшениці озимої, попередником якої був горох на зерно, пар чорний, еспарцет на один укіс, люцерна дворічного використання на зелений корм становила 40,4–41,7 т/га, або була нижчою, порівняно із сівою після ячменю ярого на 0,4–1,7 т/га або лише на 1–4 %. Слід зазначити, що за результатами дисперсійного аналізу, таке зниження врожайності коренеплодів культури є не істотним і знаходиться в межах НІР (3,46 т/га). Результати досліджень свідчать, що цукристість коренеплодів буряків цукрових в сівозміні, де пшеницю озиму висівали після гороху на зерно, була вищою на 0,7 % (абсолютних), ніж в сівозміні з чорним паром (відповідно 19,0 і 18,3 %). На нашу думку зниження цукристості коренеплодів в зернопаропросапній сівозміні, порівняно із зернопросапною, за однакової системи удобрення, пов'язано із надлишком азотного живлення. Отже, в сівозмінах з короткою ротацією рівноцінним попередником для буряків цукрових є пшениця озима, яку вирощували по чорному пару, після гороху на зерно, еспарцету на один укіс, люцерни дворічного використання на зелений корм та ячмінь ярий, якому передувала люцерна дворічного використання на зелений корм.

**Ключові слова:** буряк цукровий (*Beta vulgaris* L.), попередник, передпопередник, сівозміна, урожайність, цукристість, суха речовина.

**Бібліографічний опис для цитування:** Гангур В. В., Філоненко В. С. Урожайність та якість коренеплодів буряків цукрових за вирощування у сівозмінах з короткою ротацією. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 22–25.

## Вступ

Буряк цукровий (*Beta vulgaris L.*) – вважається другою в світі цукроносною культурою після тростини. Господарське значення буряків цукрових у сільському господарстві не зводиться лише до виробництва цукру, бо крім цього важливими є і такі побічні продукти переробки коренеплодів, як жом та меляса (патока), які широко використовуються в раціонах годівлі тварин, а також мають важливе значення для вирішення енергетичної кризи, зокрема як альтернативний ресурс для виробництва зеленої енергії. Крім цього буряки цукрові є сировиною для виробництва біоетанолу та великої кількості інших побічних продуктів із високою доданою вартістю [5, 7].

Сучасні сорти та гібриди буряків цукрових характеризуються дуже високим потенціалом продуктивності, зокрема як за урожайністю коренеплодів, так і вмістом цукру. Однак, в умовах виробництва, цей потенціал реалізовується, у кращому випадку, лише на 30 %. Безумовно, що вагома роль у неможливості повної реалізації генетично сформованого потенціалу продуктивності сорту чи гібриду належить погодним умовам, але поряд з цим важливе значення має рівень матеріально-технічного забезпечення агротехнологій, своєчасність та якість виконання технологічних операцій [3]. Буряк цукровий є дуже вимогливою до попередників культурою. Ряд науковців відзначають, що на формування урожайності коренеплодів значний вплив мають не лише попередники, але й ті культури, що передують їм [6, 15, 16]. Також вважається, що розміщення буряків цукрових у сівозміні після кращих попередників є вагомим чинником підвищення їх продуктивності [9, 14].

Результати досліджень свідчать, що буряки цукрові формують високі врожаї не лише у разі розміщення їх у сівозміні після кращих попередників, але й за умови достатнього забезпечення рослин вологою, елементами мінерального живлення, на чистих від бур'янів полях [10, 2, 19, 20].

Експериментальні дані, які одержано в умовах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України на чорноземі типовому засвідчують, що за вирощування буряків цукрових після пшениці озимої, як передуючої культури в 6–8-пільних сівозмінах, урожайність коренеплодів знаходилася на рівні 50,86–53,21 т/га, а збір цукру коливався в межах – 13,5–13,7 т/га [21].

Дослідженнями проведеними у фермерському господарстві поблизу Пауелла на північному заході Вайомінгу (США) встановлено, що вирощування люцерни впродовж двох років у п'ятипільній сівозміні (ячмінь–люцерна–люцерна–квасоля–буряки цукрові) забезпечило збільшення врожаю буряків цукрових на 4 %, порівняно з культивуванням люцерни один рік у сівозміні із наступним чергуванням культур: квасоля–пшениця–люцерна–кукурудза–буряки цукрові. У чотирипільній сівозміні люцерна–люцерна–буряки цукрові–буряки цукрові збір екстрагованого цукру був на 28–42 % вищий, ніж за вирощування культури у двопільній (буряки

цукрові–ячмінь; буряки цукрові–квасоля) та трипільній (буряки цукрові–ячмінь–квасоля) сівозмінах [17]. С. Kenter та С. М. Hoffman повідомили, що агротехнічні заходи управління урожайністю цукрових буряків (внесення гною, обробіток ґрунту або сівба проміжних культур) спрямовані на поєднання високого врожаю коренеплодів та їх цукристості для того, щоб досягти максимального виходу екстрагованого цукру [18].

В свою чергу буряки цукрові є важливим попередником для розміщення багатьох інших сільськогосподарських культур, а також забезпечують значне підвищення загальної продуктивності польових сівозмін [8, 12].

Таким чином, більшість дослідників роблять висновок, що важливим елементом технології вирощування цукрових буряків є пошук оптимального місця культури у сівозміні.

## Мета дослідження

*Мета* досліджень – з'ясувати вплив перед-попередників та попередників на урожайність, якісні показники коренеплоді буряків цукрових.

*Завдання* дослідження: дослідити вплив перед-попередників та попередників на рівень урожайності коренеплодів буряків цукрових; вивчити вплив місця у сівозміні на цукристість буряків цукрових.

## Матеріали і методи

Дослідження із вивчення ефективності перед-попередників та попередників буряків цукрових у сівозмінах з короткою ротацією, проводили впродовж 2016–2022 рр. у тривалому стаціонарному досліді, на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М. І. Вавилова. Основний тип ґрунту дослідного поля чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий, який характеризується наступними агрохімічними показниками: вміст гумусу в шарі ґрунту 0–20 см 4,1 %; азоту, що легко гідролізується – 7,1 мг/100 г ґрунту (за Тюрінім та Коновою); рухомого фосфору – 12,8 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,3 мг/100 г ґрунту (за Масловою), реакція ґрунтового розчину слабокисла (рН сольової витяжки – 6,2). Схема досліду включала п'ять варіантів сівозмін з короткою ротацією, зокрема дві – трипільні, одна – чотирипільна і дві – п'ятипільні. Перед-попередники, попередники та система удобрення буряків цукрових у сівозмінах наведені в таблиці 1.

Посівна площа елементарної ділянки – 172,8 м<sup>2</sup>, облікової – 64,8 м<sup>2</sup>. Повторність експериментальних варіантів чотириразова. Розміщення варіантів і повторень – систематичне. В досліді використовували загальноприйнятю на виробництві регіону технологію вирощування буряків цукрових, за виключенням елементів, які були предметом вивчення. Збирання врожаю проводили вручну з облікової площі ділянки а гички буряків – методом пробних рослин. Вміст цукру в коренеплодах буряків визначали за допомогою поляриметра (холодна дегістія), а вміст сухих речовин – рефрактометра.

## Результати та їх обговорення

В наших дослідженнях, попередником буряків цукрових у сівозмiнах була пшениця озима, яку розміщували по чорному пару і після гороху на зерно, еспарцету на один укiс, люцерни дворiчного використання на зелений корм, а також після ячменю ярого, який висiвали після люцерни дворiчного використання на зелений корм (табл. 1). З семи рокiв досліджень тiльки впродовж двох, зокрема в 2016 і 2019 роках, одержано позитивний вплив чорного пару на урожайнiсть коренеплодiв бурякiв цукрових. В середньому за роки досліджень, найвищу врожайнiсть коренеплодiв одержано у п'ятипiльній

сiвозмiні, де розміщували буряки цукрові після ячменю ярого в ланцi з багаторiчними бобовими травами дворiчного використання (люцерна) – 42,1 т/га. Урожайнiсть бурякiв цукрових, за розміщення у сiвозмiні після пшеницi озимої, попередником якої був горох на зерно, пар чорний, еспарцет на один укiс, люцерна дворiчного використання на зелений корм становила 40,4–41,7 т/га, або була нижчою, порiвняно із сiвбою після ячменю ярого на 0,4–1,7 т/га або лише на 1–4 %. Слiд зазначити, що за результатами дисперсiйного аналізу, таке зниження врожайностi коренеплодiв культури є не iстотним і знаходиться в межах НiР (3,46 т/га).

**Таблиця 1**

Урожайнiсть бурякiв цукрових залежно від передпопередника і попередника у сiвозмiнах з короткою ротацiєю, середнє за 2016–2022 рр.

№ вар.	Передпопередник і попередник культури у сiвозмiні	Удобрення	Урожайнiсть, т/га
1.	Чорний пар – пшениця озима	гнiй 30 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>110</sub> K <sub>110</sub>	41,5
3.	Горох – пшениця озима	гнiй 30 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>110</sub> K <sub>110</sub>	41,7
13.	Еспарцет на один укiс – пшениця озима	гнiй 40 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>110</sub> K <sub>110</sub>	40,4
20.	Люцерна дворiчного використання на з/к – пшениця озима	гнiй 50 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>110</sub> K <sub>110</sub>	41,3
22.	Люцерна дворiчного використання на з/к – ячмiнь ярий	гнiй 50 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>110</sub> K <sub>110</sub>	42,1
НiР <sub>0,95</sub> , т/га			3,46

Попередники, система удобрення польових культур значно впливають не лише на рiвень продуктивностi, але й на якiсні показники товарної продукцiї бурякiв цукрових.

Одним з важливих показникiв, що характеризують якiсть урожаю бурякiв цукрових, є їх цукристiсть. Загальновiдомо, що у структурi коренеплоду частка води становить 75–80 % і 20–25 % сухих

речовин, із яких 16–20 % є сахарозою. Цукристiсть коренеплодiв бурякiв може iстотно змiнюватися залежно від погодних умов, попередникiв, способiв обробiтку ґрунту, системи удобрення, бiологiчних особливостей сорту чи гiбриду.

В наших дослідженнях залежно від умов вирощування, чинникiв, що вивчали, цукристiсть знаходилась в межах 18,3–19,0 % (табл. 2).

**Таблиця 2**

Якiсть коренеплодiв бурякiв цукрових у сiвозмiнах з короткою ротацiєю, середнє за 2016–2022 рр.

№ вар.	Передпопередник і попередник культури у сiвозмiні	Цукристiсть, %	Вмiст сухої речовини, %	Доброякiснiсть соку, %
1.	Чорний пар – пшениця озима	18,3	23,4	78,0
3.	Горох – пшениця озима	19,0	24,2	78,4
13.	Еспарцет на з/к – пшениця озима	18,8	24,3	78,5
20.	Люцерна дворiчного використання на з/к – пшениця озима	18,5	23,5	78,2
22.	Люцерна дворiчного використання на з/к – ячмiнь ярий	18,8	23,9	78,6

Так, в середньому за роки досліджень цукристiсть коренеплодiв бурякiв цукрових в сiвозмiні, де пшеницю озиму висiвали після гороху на зерно, була вищою на 0,7 % (абсолютних), нiж в сiвозмiні з чорним паром (вiдповiдно 19,0 і 18,3 %). На нашу думку зниження цукристостi коренеплодiв в зернопаропросапнiй сiвозмiні, порiвняно із зернопросапною, за однакової системи удобрення, пов'язано із надлишком доступного азоту, який додатково вивiльняється внаслiдок активiзацiї процесiв мiнералiзацiї органiчної речовини ґрунту в полi чорного пару. Рiзниця в цукристостi коренеплодiв мiж зернопросапною і зернотрав'яною, зернотрав'янопросапними сiвозмiнами становила 0,2–0,5 % (абсолютних).

Вмiст сухої речовини знаходився в межах 23,4–24,3 %. Нижнє значення цього показника у

сiвозмiні, де передпопередником бурякiв цукрових був чорний пар, а верхнє – еспарцет на один укiс.

Важливим показником технологiчної якостi цукрових бурякiв є доброякiснiсть соку, тобто кiлькiсть цукру в розчиненiй сухiй речовинi, яка виражена у вiдсотках. В наших дослідженнях доброякiснiсть соку у сiвозмiнах, що вивчали, знаходилась практично на одному рiвнi.

Таким чином, результати досліджень свiдчать, що в сiвозмiнах з короткою ротацiєю рiвноцiнним попередником для бурякiв цукрових є пшениця озима, яку вирощували по чорному пару, після гороху на зерно, еспарцету на один укiс, люцерни дворiчного використання на зелений корм та ячмiнь ярий, якому передувала люцерна дворiчного використання на зелений корм.



Дослідженнями Т. Я. Бісовецького, П. І. Бойка, К. І. Лободіна [1], підтверджено, що кращим попередником буряків цукрових є пшениця озима в ланках сівозмін з чистим паром і з парами, зайнятими конюшиною, еспарцетом, кукурудзою на зелений корм, вико-вівсом, горохом. В дослідженнях М. М. Мартиновича [11], Л. П. Пишнюк, Г. Б. Кушицької, О. І. Танасевич [13], також відзначено, що хорошими попередниками буряків цукрових є озими зернові культури, які висівають після гороху на зерно, вико-вівса на сіно, багаторічних трав на один-два укоси і кукурудзи на силос. Що стосується цукристості, то результати досліджень Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва [4] свідчать, що покращення азотного живлення посівів буряків цукрових призводило до зниження вмісту цукру в коренеплодах на 0,5–1,6 %, а також зумовлювало погіршення технологічних якостей внаслідок підвищеного вмісту в коренях шкідливого азоту.

## Висновки

За результатами досліджень проведених в умовах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України встановлено, що у сівозмінах з короткою ротацією рівнозначним попередником буряків цукрових є пшениця озима та ячмінь ярий. При цьому урожайність коренеплодів становила 40,4–42,1 т/га. В досліді не виявлено істотного впливу передпопередників буряків цукрових на продуктивність посівів культури. Виявлено, що покращення азотного живлення у сівозміні з чорним паром супроводжується зниженням цукристості коренеплодів.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу способів і глибини основного обробітку ґрунту на урожайність та технологічні якості коренеплодів буряків цукрових.

## Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

1. Bisoveckij, T. Ya., Bojko, P. I., & Lobodin, K. I. (1971). Sevooboroty i produktivnost svekly. *Saharnaya Svekla*, 10, 25–27. [in Russian]
2. Boiko, P. I., Shapoval, I. S., Hanhur, V. V., Koretskyi, O. Ye., Kvasnitska, L. S., & Furmanets, M. H. (2013). Ekologichni osnovy sivozmin v adaptivnykh systemakh zemlerobstva. In: V. F. Kaminskyi (Eds.), *Adaptivni systemy zemlerobstva i suchasni ahrotekhnologii – osnova ratsionalnoho zemlekorystuvannia, zberezhennia i vidtvorennia rodiuchosti hruntiv* (pp. 221–231). Kyiv: VP «Edelveis» [in Ukrainian]
3. Hanhur, V. V., & Filonenko, V. S. (2022). Volohozabezpechennia buriakiv tsukrovyykh za riznykh sposobiv osnovnoho obrobittu ґruntu v sivozmini. *Urozhainist ta yakist produktivni roslinnystva za suchasnykh tekhnologii vyroshchuvannia, prysviachena pamiaty profesora H. P. Zhemely: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii* (m. Poltava, 30 veresna 2022 r.). Poltava: PDAU (pp. 51–55) [in Ukrainian]

4. Buka, A. Ya., & Gamov, L. G. (1984). Vynos elementov pitaniya urozhaem. *Saharnaya Svekla*, 1, 20–21. [in Russian]
5. Roik, M. V. (red.). (2017). *Buriakivnystvo i bioenerhetyka v Ukraini: istoriia, nauka, vyrobnystvo, liudy (do 95-richchia IBKiTSB NAAN Ukrainy): monohrafiia*. Vinnytsia: TOV «Nilan-LTD» [in Ukrainian]
6. Hanhur, V. V., Brazhenko, I. P., Kramarenko, I. V., Sokyрко, P. H., Len, O. I., & Udovenko, K. P. (2011). Porivnialna otsinka produktyvnosti posiviv buriaku tsukrovoho pry vyroshchuvanni bezzminno ta v sivozmini. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnogo Ahrarnoho Universytetu*, 1, 12–15. [in Ukrainian]
7. Hanhur, V. V., Filonenko, S. V., Filonenko, V. S., & Len, O. I. (2023). Produktivnist posiviv buriakiv tsukrovyykh u sivozminakh za umov nestiikoho zvolozhennia Livoberezhnoho Lisostepu. *Khimiia, biotekhnologii, ekologiia ta osvita: Zbirnyk materialiv VII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (m. Poltava, 17-18 travnia 2023 roku)*. Poltava (pp. 310–312) [in Ukrainian]
8. Yeshchenko, V. O. (2015). Rol sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi. *Zemlerobstvo*, 1, 23–27. [in Ukrainian]
9. Zatserkovna, N. S. (2015). Produktivnist hibrydiv tsukrovyykh buriakiv zalezno vid peredpoperednykiv ta systemy udobrennia. *Naukovi Dopovidi NUBiP Ukrainy*, 2 (51). Retrieved from: [https://nd.nubip.edu.ua/2015\\_2/18.pdf](https://nd.nubip.edu.ua/2015_2/18.pdf) [in Ukrainian]
10. Kaminskyi, V. F., & Boiko, P. I. (2013). Rol sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 6, 5–9. [in Ukrainian]
11. Martynovich, N. N. (1990). Svekla v sevooborotah Centralnoj Lesostepi pravoberezhya USSR. *Saharnaya Svekla: Proizvodstvo i Pererabotka*, 5, 32–38. [in Russian]
12. Prymak, I. D. (red.). (2009). *Buriakivnystvo*. Kyiv: Koloobih [in Ukrainian]
13. Pyshnyuk, L. P., Kushickaya, G. B., & Tanasevich, O. I. (1990). Svekla v sevooborotah zapadnoj Lesostepi USSR. *Saharnaya Svekla: Proizvodstvo i Pererabotka*, 5, 14–16. [in Russian]
14. Prysiazhniuk, O. I., Zaryshniak, A. S., Sinchenko, V. M., Muzyka, O. V., Svystunova, I. V., Slobodianuk, V. V., Borysenko, B. M., & Lukianchuk, O. V. (2022). Patterns of changes in the yield and quality of sugar beet roots under the application of measures increasing tolerance to water deficit in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Advanced Agritechnologies*, 10 (1). <https://doi.org/10.47414/na.10.1.2022.281385>
15. Tyshchenko, M. V., Filonenko, S. V., & Shevelov, O. P. (2004). Perspektyvni poperednyky tsukrovyykh buriakiv u korotkotryvalykh sivozminakh gospodarstv Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 52–55. [in Ukrainian]
16. Lamey, F. J., Nitschelm, J. J., Regitnig, P. J., Pearson, D. C., Blackshaw, R. E., & Lupwayi, N. Z. (2016). Sugar beet response to rotation and conservation management in a 12-year irrigated study in southern Alberta. *Canadian Journal of Plant Science*, 96 (5), 776–789. <https://doi.org/10.1139/cjps-2016-0005>
17. Hurris, T. T., Norton, J. B., Mukhwana, E. J., & Norton, U. (2015). Soil organic carbon and nitrogen fractions and sugar beet sucrose yield in furrow-irrigated agroecosystems. *Soil Science Society of America Journal*, 79 (3), 876–888. <https://doi.org/10.2136/sssaj2015.02.0073>
18. Kenter, C., & Hoffmann, C. M. (2005). Seasonal patterns of sucrose concentration in relation to other quality parameters of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86 (1), 62–70. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2332>
19. Khan, Q. A., & McVay, K. A. (2014). Impact of tillage, irrigation method, and nitrogen rate on sugar beet productivity. *Agronomy Journal*, 106 (5), 1717–1721. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0081>
20. Stevens, W. B., Evans, R. G., Jabro, J. D., & Iversen, W. M. (2010). Nitrogen availability for sugarbeet affected by tillage system and sprinkler irrigation method. *Agronomy Journal*, 102 (6), 1745–1752. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0122>
21. Tsybmal, Ya. S., Boiko, P. I., Martyniuk, I. V., & Bakumova, M. V. (2022). Productivity of sugar beet in various crop rotations of the Left Bank Forest-Steppe with organo-mineral fertilizer. *Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice*, 4, 12–18. <https://doi.org/10.54651/agri.2022.04.02>

## ORCID

V. Hanhur  <https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>



2023 Hanhur V. and Filonenko V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Environmental plasticity and stability of confectionery sunflower varieties in the conditions of the Eastern Forest Steppe of Ukraine

D. Chuiko  | R. Kryvoruchenko

### Article info

Correspondence Author  
D. Chuiko  
E-mail:  
[chuiko93ua@gmail.com](mailto:chuiko93ua@gmail.com)State Biotechnological  
University,  
44 Alchevsky Str., Kharkiv,  
61002, Ukraine

**Citation:** Chuiko, D., & Kryvoruchenko, R. (2023). Environmental plasticity and stability of confectionery sunflower varieties in the conditions of the Eastern Forest Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 26–30. doi: 10.31210/spi2023.26.03.05

The adaptive potential of the plant is an important selection feature that contributes to the sustainable development of agriculture and obtaining stable harvests. High indicators of ecological plasticity and stability of sunflower allow obtaining stable and high-quality crops even in conditions of sudden changes in climate. The main goal of the research was to study the indicators of ecological plasticity and stability of sunflower genotypes for confectionery use Lakomka, Liuks, Myr, Donskyi Krupnoplidnyi and Shchelkunchyk. The task of the study was to evaluate the formation of the main structural elements of productivity of the studied genotypes in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine. The research was carried out according to the method of state variety testing, and the calculation of ecological plasticity and stability of varieties according to the method of Eberthart & Russel with the calculation of linear regression ( $b_i$ ) and the index of environmental conditions ( $I_j$ ). It was established that the varieties Shchelkunchyk, Lakomka, Liuks and Myr had no significant differences on average during the study and were within the range of  $180 \pm 22.7$ – $185 \pm 27.1$  cm, respectively, and the highest indicator was characterized by the variety Donskyi Krupnoplidnyi  $230 \pm 40.8$  cm. At the same time, a strong negative correlation ( $r = -0.86$ ) was noted between plant height and seed oil content, the values of which averaged over the years in the range of  $40.3 \pm 2.9$ – $45.4 \pm 0.9$  %. According to the results of field research in the period 2018–2021, high yield indicators of Lakomka, Liuks, Donskyi Krupnoplidnyi and Shchelkunchyk varieties were established in the range of  $47.3$ – $36.8$  c/ha and the weight of 1000 seeds at the level of  $108 \pm 27.0$ – $99 \pm 22.8$  g and positive correlation dependence between features  $r = 0.93$ , respectively. According to the calculations of ecological plasticity, it was established that the varieties Shchelkunchyk Lakomka and Donskyi Krupnoplidnyi ( $b_i = 1.72$ ; 1.41; 1.14) should be grown using intensive technologies, and the varieties Liuks and Myr ( $b_i = 0.36$ ) should be grown using extensive technologies. Among the studied sample of cultivar genotypes, the Lakomka variety with an index of  $\sigma_d^2 = 6.4$  was noted for its environmental resistance.

**Keywords:** confectionery sunflower, ecological plasticity, adaptive potential, productivity, variety.

## Екологічна пластичність та стабільність сортів кондитерського соняшнику в умовах Східного Лісостепу України

Д. В. Чуйко | Р. В. Криворученко

Державний  
біотехнологічний  
університет,  
м. Харків, Україна

Адаптивний потенціал рослини є важливою селекційною ознакою, що сприяє сталому розвитку сільського господарства та отриманню стабільних урожаїв. Високі показники екологічної пластичності та стабільності соняшнику дозволяють отримувати стабільні та якісні урожаї навіть в умовах різких змін клімату. Основною метою дослідження було вивчення показників екологічної пластичності та стабільності генотипів соняшнику кондитерського напрямку використання Лакомка, Люкс, Мир, Донський Крупноплідний і Щелкунчик. Завданням дослідження було провести оцінку формування основних структурних елементів урожайності досліджуваних генотипів в умовах Лівобережного Лісостепу України. Дослідження проводили за методикою державного сортопробування, а розрахунок екологічної пластичності та стабільності сортів за методикою Eberthart & Russel з обчисленням лінійної регресії ( $b_i$ ) та індексу умов середовища ( $I_j$ ). Встановлено, що за ознакою висоти рослини сортів Щелкунчик, Лакомка, Люкс та Мир в середньому протягом дослідження не мали суттєвих відмінностей та знаходилися у межах  $180 \pm 22.7$ – $185 \pm 27.1$  см відповідно, а найвищим показником характеризувався сорт Донський Крупноплідний  $230 \pm 40.8$  см. Водночас, була відмічена сильна від'ємна кореляція ( $r = -0.86$ ) ознаки висоти рослини з вмістом олії у насінні, показники якої були в середньому за роки у межах  $40.3 \pm 2.9$ – $45.4 \pm 0.9$  %. За результатами польових досліджень у період 2018–2021 рр., встановлені високі показники урожайності сортів Лакомка, Люкс, Донський Крупноплідний і Щелкунчик у межах  $47.3$ – $36.8$  ц/га і маси 1000 насінин на рівні  $108 \pm 27.0$ – $99 \pm 22.8$  г та позитивної кореляційної залежності між ознаками  $r = 0.93$  відповідно. За проведеними розрахунками екологічної пластичності встановлено, що сорти Щелкунчик Лакомка та Донський Крупноплідний ( $b_i = 1.72$ ; 1.41; 1.14), слід вирощувати за інтенсивних технологій, сорти Люкс і Мир ( $b_i = 0.36$ ) за екстенсивними. Серед досліджуваної вибірки генотипів сортів за ознакою екологічної стабільності був відмічений сорт Лакомка з індексом  $\sigma_d^2 = 6.4$ .

**Ключові слова:** кондитерський соняшник, екологічна пластичність, адаптивний потенціал, урожайність, сорт.

**Бібліографічний опис для цитування:** Чуйко Д. В., Криворученко Р. В. Екологічна пластичність та стабільність сортів кондитерського соняшнику в умовах Східного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 26–30.

## Вступ

Урожайність сільськогосподарських культур, їх здатність до нормального росту і розвитку в певних кліматичних умовах значною мірою визначається взаємодією в системі генотип-середовище, без зниження основних елементів продуктивності [1–4]. Селекційно-генетичні методи створення нових сортів і гібридів постійно розвиваються і удосконалюються саме з урахуванням такої взаємодії між генотипом та мінливими умовами середовища [5–7].

Вирощування кондитерського соняшнику є відносно новим напрямком в сільському господарстві, що активно розвивається у світі та становить близько 4 % від загальних посівів даної культури [8]. В Україні вирощуванням кондитерського соняшнику займається близько 9 % агропідприємств, з часткою посівних площ в межах 6–100 % [5]. Кондитерський соняшник переважно використовується у вигляді домішок до борошна при випіканні хліба та кондитерських виробів. Для кондитерського соняшника характерним є унікальні біохімічні показники насіння та можливість давати високі показники урожайності в межах 5 т/га [9].

При вирощуванні соняшника кондитерського напрямку використання, як і традиційного олійного, перевага надається гетерозиготним гібридам, а не сортам. При цьому, сорти соняшнику є селекційно цінним вихідним матеріалом, представлений популяціями гетерозиготних рослин, які мають складну і різноманітну генетичну структуру [10].

Відповідно до результатів досліджень різних авторів, посіви соняшнику формують складну динамічну систему, пов'язану з ґрунтовими та кліматичними чинниками і передумовою для змін яких, є відмінності у тривалості різних фаз розвитку рослини [11, 12].

Під час аналізу екологічної пластичності сортів та селекційної їх стабільності, потрібно враховувати біологічні, сортові, фізіологічні та морфологічні особливості рослин [13]. Поліморфна родина, з якої походить соняшник (*Helianthus annuus L.*), є основою його високої адаптивної стійкості, зокрема до посухи, але при цьому враховуючи зміни клімату відмічається зниження урожайності культури [14, 15, 16]. Тому, вивчення екологічної пластичності нових та уже створених генотипів соняшнику в різних ґрунтово-кліматичних умовах є важливим агробіологічним чинником отримання стабільних високих урожаїв даної культури.

## Мета дослідження

Мета дослідження: вивчення екологічної пластичності та стабільності генотипів сортів соняшнику кондитерського напрямку використання Лакомка, Люкс, Мир, Донський Крупноплідний та Щелкунчик.

Завдання дослідження: оцінити сорти кондитерського соняшнику за їх основними елементами формування урожайності в умовах Східного Лісостепу України.

## Матеріали і методи

Полеві дослідження були проведені в період 2018–2021 рр. на дослідному полі кафедри генетики, селекції та насінництва ХНАУ ім. В. В. Докучаєва (нині – Державний біотехнологічний університет).

Матеріалом для дослідження були п'ять сортів кондитерського соняшнику Лакомка, Люкс, Мир, Донський Крупноплідний та Щелкунчик.

Ділянки розміщені систематично, у чотириразовій повторності, площа облікової ділянки становила 16,8 м<sup>2</sup>, схема посіву 70×25 см, попередник озима пшениця, густина стояння 57 тис./га. Висоту визначали на 30 день після цвітіння, оцінку продуктивних характеристик та олійності насіння проводили при повній біологічній стиглості насіння. Вміст олії визначали методом ЯМР аналізу в лабораторії генетики, біотехнології та якості IP ім. В. Я. Юр'єва НААН України [17–19]. Статистичну обробку даних проводили за допомогою програм Microsoft Office Excel 2010 та Statistica 10.

Екологічну пластичність сортів соняшника розраховували за методикою Eberhart & Russel [20]. Основні показники пластичності визначали за формулами:

Середня урожайність по досліді:

$$Y = \frac{\sum Y_{ij}}{v \times n}$$

де,  $\sum Y_{ij}$  – сума показника урожайності по сортах та роках дослідження;

$v$  – кількість сортів;

$n$  – кількість років.

Індекс умовного середовища:

$$I_j = \frac{\sum Y_{ij}}{v} - \frac{\sum \sum Y_{ij}}{v \times n}$$

де,  $\sum Y_{ij}$  – сума врожайності всіх сортів за певний рік;

$\sum \sum Y_{ij}$  – сума врожайності всіх сортів за всі роки;  $v$  – кількість сортів;

$n$  – кількість років.

Екологічна пластичність сорту:

$$b_i = \frac{\sum Y_{ij} I_j}{\sum I_j^2}$$

де,  $\sum Y_{ij} I_j$  – сума добутку врожайності певного сорту за певний рік на відповідну величину індексу умов середовища;

$\sum I_j^2$  – сума квадратів індексів умов середовища.

Стабільність урожайності:

$$Y_{ij} = x_i + b_i \times I_j$$

де  $x_i$  – середня врожайність  $i$ -сортів за роки випробувань, ц/га;

$b_i I_j$  – добуток коефіцієнта регресії  $i$ -го сорту на індекс умов середовища.

Відхилення фактичної врожайності сорту від теоретичної:

$$\sigma_{ij} = Y_{ij} - x_i$$

де,  $Y_{ij}$  – фактична врожайність певного гатунку за певний рік, ц/га;

$x_i$  – теоретична врожайність сорту за певний рік, ц/га.

Екологічна стабільність:

$$\sigma_d^2 = \frac{\sum \sigma_{ij}^2}{(n - 2)}$$

де,  $\sum \sigma_{ij}^2$  – сума квадратів відхилень фактичної врожайності від теоретичної;

$n$  – кількість пунктів.

Погодні умови у роки дослідження характеризувалися суттєвими коливаннями середньодобової температури, яка в основному, за вегетаційний період, перевищувала середні багаторічні значення. Так, у червні в період основної вегетації соняшнику відмічені середньодобові температури повітря, що перевищували багаторічні показники від 1,7°C до 4,9°C, залежно від року. В період вегетації соняшника протягом усіх років дослідження відмічалися часті сухотви та відсутність опадів в критично важливі періоди розвитку рослин. Так, повна відсутність опадів відмічена в серпні 2018 та 2019 рр. та їх мінімальна кількість у 2020 та 2021 рр. (5,8 мм, 11,8 мм відповідно). Гідротермічний коефіцієнт залежно від року варіював в межах від 0,3 до 0,7.

## Таблиця 1

Порівняльна характеристика основних господарсько-цінних ознак сортів кондитерського соняшнику, середнє за 2018–2021 рр.

Сорт	Висота, см ( $X_{sr} \pm S$ )	Продуктивність з кошика, г ( $X_{sr} \pm S$ )	Маса 1000 насінин, г ( $X_{sr} \pm S$ )	Натура насіння, г/л ( $X_{sr} \pm S$ )	Вміст олії, % ( $X_{sr} \pm S$ )
Щелкунчик	183 ± 22,3	83,0 ± 17,5	108 ± 27,0	319 ± 31,4	44,0 ± 1,9
Люкс	185 ± 27,1	71,9 ± 8,8	100 ± 23,5	308 ± 19,8	45,7 ± 0,5
Лакомка	181 ± 21,1	65,2 ± 17,2	104 ± 16,4	307 ± 5,2	43,8 ± 1,0
Донський Крупноплідний	230 ± 40,8	64,6 ± 15,0	99 ± 22,8	316 ± 16,2	40,3 ± 2,9
Мир	180 ± 22,7	48,0 ± 13,1	86 ± 19,4	313 ± 10,2	45,4 ± 0,9
НІР <sub>05</sub>	2,5	1,9	2,2	5,9	

Для характеристики середовища в якому, вирощували досліджувані сорти був проведений розрахунок індексу умов середовища ( $I_j$ ). Так, для кращого розвитку рослин є умови з позитивним індексом, а гіршими – від'ємними. В результаті проведених розрахунків визначені наступні індекси умов середовища  $I_j$  – 2018= 3,03, 2019= -4,36, 2020= 6,22 та 2021= -4,89 та встановлено, що найгіршими роками для вирощування соняшнику були 2019 та 2021 рр.

Показник лінійної регресії характеризує екологічну пластичність сортів ( $b_i$ ) і дає можливість встановити реакцію генотипів на зміни умов середовища. Чим він вище, тим більшою віддачею будуть характеризуватися генотипи при покращенні агротехнічних умов та умов

## Результати та їх обговорення

В результаті проведених польових досліджень було вивчено рівень прояву основних господарсько-корисних ознак у досліджуваних кондитерських сортів соняшнику. Так, сорти Щелкунчик, Люкс, Лакомка та Мир за висотою рослин знаходилися на одному рівні в межах 180–185 см в середньому за роки дослідження, а сорт Донський Крупноплідний був високорослим 230 ± 40,8 см.

Продуктивність з кошика є головним елементом структури формування врожайності соняшнику, який має сильний кореляційний зв'язок з масою 1000 насінин. Коефіцієнт кореляції між цими ознаками для даної вибірки генотипів становив  $r = 0,93$  ( $p < 0,05$ ). Встановлено, що сорт Щелкунчик мав найвищі показники продуктивності з кошика (83,0 ± 17,5 г) і маси 1000 насінин (108 ± 27,0 г), а найменші – сорт Мир 48,0 ± 13,1 г та 99 ± 22,8 г відповідно. Разом з тим, сорти Люкс, Лакомка та Донський Крупноплідний мали середній рівень реалізації продуктивності в межах від 64,6 ± 15,0 г до 71,9 ± 8,8 г та маси 1000 насінин від 99 ± 22,8 г до 104 ± 16,4 г. Натура насіння не мала суттєвих відмінностей серед вивченого набору сортів та варіювала в межах 307 ± 5,2–319 ± 31,4 г/л.

Вміст олії в насінні соняшнику був в межах від 40,3 ± 2,9 % до 45,7 ± 0,5 % залежно від сорту, що в цілому співпадає з даними в інших дослідженнях [9, 21, 22] та ДСТУ 7011:2009. Також, встановлено високі показники від'ємної кореляції даної ознаки з висотою рослин  $r = -0,86$  ( $p < 0,05$ ) (табл. 1).

середовища. Встановлено, що високою пластичністю відрізнялися сорти Щелкунчик ( $b_i = 1,41$ ), Лакомка ( $b_i = 1,72$ ) та Донський Крупноплідний ( $b_i = 1,14$ ). Отримані результати співпадають з результатами інших авторів, зокрема для сорту Лакомка [23–25]. Генотипи, з індексом екологічної пластичності менше одиниці (Люкс  $b_i = 0,36$  та Мир  $b_i = 0,36$ ), варто вирощувати за екстенсивними технологіями з меншими економічними та енергетичними затратами. При цьому, вони будуть давати стабільні високі показники урожайності та рентабельності вирощування. В тому, випадку якщо, індекс лінійної регресії ( $b_i$ ) рівний одиниці, вважається, що такі генотипи мають повну залежність урожайності від зміни їх умов вирощування (табл. 2).

**Таблиця 2**

Урожайність (ц/га) та екологічна пластичність (bi) сортів соняшнику

Сорт	Урожайність за роками, ц/га				$\Sigma Y_i$	$Y_i$	$b_i$
	2018	2019	2020	2021			
Щелкунчик	60,2	38,5	50,1	40,4	189,2	47,3	1,41
Люкс	45,7	43,6	40,5	34,2	164,0	41,0	0,36
Лакомка	39,6	28,1	49,9	31,0	148,6	37,1	1,72
Донський Крупноплідний	38,8	25,0	45,4	38,2	147,4	36,8	1,14
Мир	20,5	32,6	35,0	21,4	109,5	27,4	0,36
$I_j$	3,03	-4,36	6,22	-4,89			

Для встановлення екологічної стабільності досліджуваних генотипів необхідно визначити показники теоретично можливої урожайності та її відхилення від отриманої фактичної. Так, кращими для вирощування сорту Щелкунчик, був 2018 р. 51,6 ц/га (8,60 ц/га), сорту Люкс – 2019 39,4 ц/га (4,18 ц/га), а сорту Лакомка 2020 р. та 2021 р. – 47,8 ц/га (2,02 ц/га) і 28,7 ц/га

(2,28 ц/га) відповідно. Сорт Донський Крупноплідний мав високі показники врожайності, що перевищували теоретично можливі у 2021 р. – 31,3 ц/га (6,94 ц/га), а нижчі у 2019 р. – 31,9 ц/га (-6,83 ц/га). Разом з тим, сорт Мир характеризувався високими показниками урожайності в період 2019–2020 рр., 25,8 ц/га (6,83 ц/га) та 29,6 ц/га (5,32 ц/га) (табл. 3).

**Таблиця 3**

Екологічна стабільність, теоретична урожайність та її відхилення від фактичної у сортів

Сорт	Показники теоретичної урожайності, ц/га				$\Sigma \sigma_{ij}^2$	$\sigma d^2$
	2018	2019	2020	2021		
Щелкунчик	51,6 (8,60*)	41,1 (-2,61)	56,1 (-6,00)	40,4 (0,02)	116,8	38,9
Люкс	42,1 (3,59)	39,4 (4,18)	43,3 (-2,76)	39,2 (-5,01)	63,1	21,1
Лакомка	42,4 (-2,72)	29,6 (-1,58)	47,8 (2,02)	28,7 (2,28)	19,2	6,4
Донський Крупноплідний	40,34 (-1,54)	31,9 (-6,83)	44,0 (1,42)	31,3 (6,94)	99,3	33,1
Мир	28,5 (-7,93)	25,8 (6,83)	29,6 (5,32)	25,6 (-4,23)	155,8	51,9

Примітка: \* відхилення теоретичної урожайності від фактичної

Відповідно, до одержаних даних стосовно екологічної стабільності досліджуваних генотипів, встановлено, що чим вище значення  $\sigma d^2$ , тим, сорт є більш нестабільним. Так, максимальна екологічна стабільність встановлена у сорту Лакомка  $\sigma d^2=6,4$ , тоді як, для сортів Люкс, Донський Крупноплідний, Щелкунчик та Мир даний показник знаходився в межах  $\sigma d^2=21,1-51,9$  відповідно.

### Висновки

За результатами проведених польових досліджень, встановлено рівень реалізації основних господарсько цінних ознак у кондитерських сортів соняшнику в умовах східного Лісостепу. Досліджувані сорти соняшнику мають високі показники продуктивності з кошика в межах 43,0–83,0 г, маси 1000 насінин від 86±19,4 г до 108±27,0 г залежно від сорту. За вмістом олії в насінні сорти варіювали в середньому за роки в межах 40,3 ±2,9–45,7±0,5 %.

Встановлено, що сорти Щелкунчик, Лакомка та Донський Крупноплідний характеризуються високими індексами екологічної пластичності ( $b_i=1,41, 1,72$  та  $1,14$  відповідно), що відносить їх, до сортів інтенсивного типу вирощування, а сорти Люкс та Мир ( $b_i=0,36$ ) до екстенсивного.

Виявлено, що сорт Лакомка має найкращі показники екологічної стабільності ( $\sigma d^2=6,4$ ), серед досліджуваної вибірки генотипів.

Перспективи подальших досліджень. Створення на основі виділених генотипів кондитерського соняшнику з різним рівнем екологічної стабільності і пластичності, нового селекційного матеріалу з

високими показниками адаптивного потенціалу та цінним комплексом господарсько-корисних ознак.

### Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

### References

- Djukic, V., Balesevic-Tubic, S., Djordjevic, V., Tatic, M., Dozet, G., Jacimovic, G., & Petrovic, K. (2011). Yield and quality of soybean seeds as affected by growing conditions. *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 48 (1), 137–142. <https://doi.org/10.5937/ratpov1101137d>
- Andrade, F. H., Sadras, V. O., Vega, C. R. C., & Echarte, L. (2005). Physiological determinants of crop growth and yield in maize, sunflower and soybean. *Journal of Crop Improvement*, 14 (1–2), 51–101. [https://doi.org/10.1300/j411v14n01\\_05](https://doi.org/10.1300/j411v14n01_05)
- Ion, V., Dicu, G., & Bășa, A. G. (2013). Yield components at some hybrids of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under drought conditions from South Romania. *AgroLife Scientific Journal*, 2(2), 9–14.
- Duca, M., Port, A., Burcovschi, I., Joița-Păcureanu, M., & Dan, M. (2022). Environmental response in sunflower hybrids: a multivariate approach. *Romanian Agricultural Research*, 39, 139–152. <https://doi.org/10.59665/rar3914>
- Kyrychenko, V., Makliak, K., Leonova, N., Kolomats'ka, V., Leonov, O., & Shepilov, B. (2023). Peculiarities of the confectionery sunflower cultivation technology in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 101 (1), 14–21. <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202301-02>
- Kolosok, I. (2022). Features of the yeild formation of sunflower hybrids in the conditions of the north-eastern Forest Steppe of Ukraine. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 49 (3), 32–39. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.3.5>

7. Sokol, T. V., Petrenkova, V. P., & Kobyzieva, L. N. (2012). Ekologichna plastychnist ta stabilnist zrazkiv henofondu horokhu za stiikestiu do khvorob ta shkidnykiv. *Seleksiia i Nasinnystvo*, 101, 20–29. [in Ukrainian]
8. Pilorgé, E. (2020). Sunflower in the global vegetable oil system: situation, specificities and perspectives. *OCL*, 27, 34. <https://doi.org/10.1051/ocl/2020028>
9. Ryabovol, L. O., Rakul, I. O., & Kotsuba, S. P. (2019). Value of created experimental hybrides of sunflower confectionery of use. *Naukovi Dopovidi Nacional'nogo Universitetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannâ Ukraini*, 2019 (1). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.01.010>
10. Kyrychenko, V. V., Leonova, O. V., Kryvosheieva, O. V., Riabchun, V. K., Kryvoruchko, T. M., & Rohulina, L. V. (2011). Sorty–populiatzii yak henofond v selektsii kondyterskoho soniashnyku. *Henetychni Resursy Roslyn*, 9, 93–99. [in Ukrainian]
11. González, J., Mancuso, N., & Ludueña, P. (2013). Sunflower yield and climatic variables. *Helia*, 36 (58), 69–76. <https://doi.org/10.2298/hel1358069g>
12. Chuiko, D. (2021). Plant growth regulator effects on sunflower parents and F1 hybrids. *Žemės Ūkio Mokslai*, 28 (2). <https://doi.org/10.6001/zemesukiomokslai.v28i2.4508>
13. Moskalets, V. V., Lavrov, V. V., Moskalets, T. Z., Moskalets, V. I., & Pysarenko, P. V. (2012). Variety of winter triticale «Slavetne»: origin, ecological sustainability, agrobiotic potential, source material. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 7–13. <https://doi.org/10.31210/visnyk2012.04.01>
14. Hanhur, V., Kosminskyi O., Len, O., & Totskyi, V. (2022). Effect of fertilizer on sunflower productivity and seed quality. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 50–56. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.05>
15. Kyrychenko, V. V., Makliak, K. M., Petrenkova, V. P., Kucherenko, Ye. Iu., Zviahintseva, A. M., Kharytonenko, N. S. & Mykhailenko, V. O. (2020). *Soniashnyk. Spetsialna seleksiia: monohrafiia*. Kharkiv: SH NTM «Novyi kurs» [in Ukrainian]
16. Chuyko, D., & Bragin, O. (2021). Efficiency of application of plant growth regulators on different genotypes of sunflower. *European Vector of Development of the Modern Scientific Researches*. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-077-3-29>
17. Hoptsi, T. I., & Proskurnin, M. V. (2003). *Henetyko-statystychni metody v selektsii*. Kharkiv: KhNAU [in Ukrainian]
18. Ermantraut, E. R., Hoptsi, T. I., Kalenska, S. M., Kryvoruchenko, R. V., Turchynova, N. P., & Prysiazhniuk, O. I. (2014). *Metodyka selektsiinoho eksperymentu (u roslynyntstvi)*. Kharkiv: KhNAU im. V. V. Dokuchaieva [in Ukrainian]
19. Volkodav, V. V. (2000). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Derzhavna komisii Ukrainy po vyprobuvanniu ta okhoroni sortiv Roslyn. Vypusk 1. Zahalna chastyna*. Kiev: Alefa [in Ukrainian]
20. Eberhart, S. A., & Russell, W. A. (1966). Stability Parameters for comparing varieties1. *Crop Science*, 6 (1), 36–40. <https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183x000600010011x>
21. Shovhun, O. O., Yaresko, V. I., Ivanytska, A. P., Liashenko, S. O., Chukhlieb, S. L., Badiaka, O. O., & Shovhun, N. V. (2009). Comparative research of qualitative characteristics in nowadays varieties and hybrids of sunflower (*Helianthus annuus* L.) by plant varieties examination. *Plant Varieties Studying and Protection*, 2(10), 62–69. [https://doi.org/10.21498/2518-1017.2\(10\).2009.59564](https://doi.org/10.21498/2518-1017.2(10).2009.59564)
22. DSTU 7011:2009. *Soniashnyk. Tekhnichni umovy (62699)*. Chynnyi vid 2009-04-27. (2009). Kyiv [in Ukrainian]
23. Detsyna, A. A., Illarionova, I. V., & Scherbinina, V. O. (2020). Calculation of parameters of ecological plasticity and stability of oil sunflower varieties bred in VNIIMK. *Oil Crops*, 183 (3), 31–38. <https://doi.org/10.25230/2412-608x-2020-3-183-31-38>
24. Detsyna, A. A., Illarionova, I. V., & Scherbinina, V. O. (2019). Estimation of environmental plasticity and stability of confectionary sunflower varieties. *Oil Crops*, 179 (3), 35–39. <https://doi.org/10.25230/2412-608x-2019-3-179-35-39>
25. Kyrychenko, V. V., Makliak, K. M., Kutishcheva, N. M., & Varenik, B. F. (2010). Parametry ekologichnoho seredovyscha yak fonu dlia otsinky vrozhaivosti hibrividiv soniashnyku. *Faktyry Eksperymentalnoi Evoliutsii Orhanizmiv*, 8, 354–359. [in Ukrainian]

#### ORCID

D. Chuiko  <https://orcid.org/0000-0002-9271-6334>  
 R. Kryvoruchenko  <https://orcid.org/0000-0003-1943-8486>



2023 Chuiko D. and Kryvoruchenko R. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Effect of plant growth regulators on accumulation of radiocaesium in potato tubers

O. Trembitska  | T. Klymenko | S. Stoliar 

## Article info

Correspondence Author

O. Trembitska

S. Stoliar

E-mail:

[ksyusha.trembitskaya@gmail.com](mailto:ksyusha.trembitskaya@gmail.com)[svetlana-stolyar@ukr.net](mailto:svetlana-stolyar@ukr.net)Polissia National University,  
7, Blvd Stary, Zhytomyr,  
10008, Ukraine**Citation:** Trembitska, O., Klymenko, T., & Stoliar, S. (2023). Effect of plant growth regulators on accumulation of radiocaesium in potato tubers. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 31–35. doi: 10.31210/spi2023.26.03.06

An important place among the problems of modern agriculture is occupied by the problems of rational use and protection of land and the ecologically dangerous state of the environment. The Zhytomyr region is one of the most affected by the accident at the Chernobyl nuclear power plant. A significant part of agricultural land has a density of contamination with cesium-137 up to 5 Ki/km<sup>2</sup>, which is 75 % of all contaminated land in the districts, about 20 % of agricultural land has a density of contamination from 5 to 15 Ki/km<sup>2</sup>, 5 % – above 15 Ki/km<sup>2</sup>. On lands with a higher density of pollution, it is necessary to apply a complex of agrochemical, agrotechnical and organizational measures to reduce the transfer of radionuclides from the soil to plants. Solving problems related to farming in radioactively contaminated territories occupies one of the leading places in the complex of measures to mitigate the consequences of the Chernobyl accident. The purpose of the research was to establish the effect of different doses and types of plant growth regulators on the productivity of potatoes, the level of radioactive contamination in the agro-ecological conditions of Polissia. Our research was carried out in the agro-ecological conditions of Polissia LLC. Councilors of Ovrutsky district of Zhytomyr region. The transition of the radioactive isotope cesium-137 from the soil to the plants depends on the content of exchangeable potassium in the soil, the saturation of the soil-absorbing complex with bases, the reaction of the soil solution, the bonification of the soil, and the content of humus. When the agrochemical parameters of the soil improved, in particular when the content of exchangeable potassium in the soil increased from 2.3 mg/100 g of soil to 14.8 mg/100 g of soil, the specific activity of radiocaesium in plants decreased by 3.4 times. The results of our research show that the foliar treatment of potato plants with Biosil and Poteitin contributed to a decrease in the specific activity of tubers from 29.2 to 6.4–2.1 Bq/kg. It was established that foliar spraying of potato plants with Biosil and Poteitin contributed to the reduction of the coefficient of <sup>137</sup>Cs transition to 0.03 and 0.01.

**Keywords:** <sup>137</sup>Cs, pollution, radionuclide, potato tubers, growth stimulants.

## Вплив використання регуляторів росту на накопичення радіоцезію бульбами картоплі

O. I. Трембіцька | Т. В. Клименко | С. Г. Столяр

Поліський національний  
університет,  
м. Житомир, Україна

Важливе місце серед проблем сучасного землеробства займають проблеми раціонального використання і охорони земель та екологічно небезпечний стан навколишнього середовища. Житомирська область – одна з найбільш постраждалих внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Значна частина сільськогосподарських угідь має щільність забруднення цезієм-137 до 5 Ки/км<sup>2</sup>, що складає 75 % всіх забруднених угідь районів, біля 20 % сільськогосподарських угідь мають щільність забруднення від 5 до 15 Ки/км<sup>2</sup>, 5 % – вище 15 Ки/км<sup>2</sup>. На землях з більшою щільністю забруднення необхідно застосовувати комплекс агрохімічних, агротехнічних і організаційних заходів для зменшення переходу радіонуклідів із ґрунту в рослини. Вирішення проблем, пов'язаних з веденням сільського господарства на радіоактивно забруднених територіях, займає одне із провідних місць у комплексі заходів з послаблення наслідків Чорнобильської аварії. Метою досліджень було встановити вплив різних доз і видів регуляторів росту рослин на продуктивність картоплі, рівень радіоактивного забруднення в агроекологічних умовах Полісся. Наші дослідження були проведені в агроекологічних умовах ТОВ ВП «Полісся» с. Радичі Овруцького району Житомирської області. Перехід радіоактивного ізотопу цезію-137 із ґрунту в рослини залежить від вмісту в ґрунті обмінного калію, насиченості ґрунтового-поглинального комплексу основами, реакції ґрунтового розчину, бонітації ґрунту та вмісту гумусу. При покращенні агрохімічних показників ґрунту, зокрема при збільшенні вмісту обмінного калію в ґрунті з 2,3 мг/100 г ґрунту до 14,8 мг/100 г ґрунту, питома активність радіоцезію в рослинах зменшилась у 3,4 рази. Результати наших досліджень свідчать, що позакоренева обробка рослин картоплі препаратами Біосил і Потейтин сприяла зниженню питомої активності бульб з 29,2 до 6,4–2,1 Бк/кг. Встановлено, що позакоренева обприскування рослин картоплі Біосилом і Потейтином сприяло кратності зниження коефіцієнта переходу <sup>137</sup>Cs до 0,03 і 0,01.

**Ключові слова:** <sup>137</sup>Cs, забруднення, радіонуклід, бульби картоплі, регулятори росту.**Бібліографічний опис для цитування:** Трембіцька О. І., Клименко Т. В., Столяр С. Г. Вплив використання регуляторів росту на накопичення радіоцезію бульбами картоплі. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 31–35.

## Introduction

Natural caesium is represented by one stable isotope Cs-133. Its content in the earth's crust is  $3.7 \cdot 10^{-4}\%$ . The fission products include two caesium radioisotopes: Cs-137 and Cs-134. They are among the biologically mobile in agricultural chains. The release of a pair of radionuclides Cs-134 and Cs-137, which have the same atomic number, into the environment usually occurs in a certain proportion, so the level of pollution is characterized by the density of the long-lived Cs-137 [1, 5, 8–10].

Cs-137 is one of the main dose forming radionuclides among fission products. The half-life of Cs-137 is about 30 years; it is a  $\beta$ - and  $\gamma$ -emitter with maximum  $\beta$ -radiation energy. Greater mobility of Cs-137 is determined by the fact that it is a radioisotope of the alkaline element, a chemical analogue of the biologically important element potassium (K), which is a chemical carrier of Cs-137 in natural systems.

The soil cover is not always the primary layer into which radionuclides enter. However, as a rule, radionuclides settle quickly on the soil cover, which has a large absorption capacity of radionuclides [2, 7, 11–14].

The fact that the soil sorbs radionuclides has a double meaning for their migration in agriculture. On the one hand, their fixation in the upper soil layers ensures the existence of a long-acting source of radionuclides in nature; and plant roots accumulate them. On the other hand, the strong sorption of radionuclides by the solid phase of the soil limits their assimilation through the root system of plants. Thus, the accumulation of radionuclides, namely Cs-137, by plants from the soil determines the input scale of the inclusion of radionuclides in food chains. Linked to this is the significance of the soil-plant link in the overall cycle of radionuclide circulation in agricultural production [3, 6, 15–18].

Just like for most radionuclides, the absorption of caesium by soil is determined by the processes of its distribution between the two main phases – solid and liquid and is carried out mainly through the processes of sorption-desorption, coagulation-peptization of colloids and precipitation-dissolution of sparingly soluble compounds.

Radionuclides are usually found in soils in ultramicro-concentrations: at a content of  $3.7 \cdot 10^{10}$  Bq/km<sup>2</sup> mass concentration of caesium-137 in the arable soil layer is  $3.9 \cdot 10^{-12}\%$  [1, 4, 20].

## The purpose of the study

The purpose of the study was to establish the effectiveness of different doses and types of plant growth regulators on potato productivity, as well as the level of radioactive contamination in agri-environmental conditions.

To achieve this purpose, the following tasks were to be solved: to determine the features of the effect of plant growth regulators on the specific activity of potato tubers, the transition coefficient and the multiplicity of its reduction.

## Materials and methods

We conducted the study of the effect of plant growth stimulators on the accumulation of radiocaesium in potato

tubers in agri-environmental conditions of LLC Industrial Company Polissya in village Radchytsi of Ovruch raion of Zhytomyr oblast.

The experiment was conducted on sod-podzolic and sandy-loam soil, which is characterized by the following agrichemical parameters:

humus – 1.4 %,  
PH (KCl) – 5.9,  
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 90 mg/kg of soil,  
K<sub>2</sub>O – 100 mg/kg of soil.

In order to study the migration of radiocaesium within the soil-plant system using different types of plant growth regulators, the experiments were conducted according to the following scheme:

*Scheme of the experiment:*

1. Control;
2. Treatment of plants with the plant growth regulator Biosyl, 15 ml/ha;
3. Treatment of plants with the plant growth regulator Poteitin, 15 ml/ha.

Fertilizers investigated according to the scheme of the experiment were applied under spring plowing at a dose of 40 t/ha of manure+N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>90</sub>.

The Luhovska variety of potato was used in the experiment. This variety has been bred at the Institute of Potato Farming of Ukrainian Academy of Agricultural Science.

Exchangeable and total caesium was determined in the soil on an AK-01C gamma spectrometer. The exchangeable form of radiocaesium was determined by the method of soil extraction using the extracting agent 1n KCl.

## Results and discussion

One of the criteria which determine whether the pure products in organic farming are produced is a more extensive use of the biological potential of plants. Given this, one of the effective ways to use the reserves of the plant organism is to use a method of regulating its unctons with the help of plant growth regulators, in this case Biosyl and Poteitin.

When these preparations were applied, there were no harmful consequences for both potato plants and the environment. Even the technology of production of this preparation is environmentally friendly, as can be seen from its characteristics.

Biosyl is an improved analogue of plant growth regulator Agrostymulin. It is a complex plant growth regulator of natural origin, synthetic analogues of phytohormones and micronutrients. It is a transparent colorless water-alcohol solution [2].

Scientifically substantiated use of these preparations in the technology of potato cultivation will make it possible to spend almost all types of resources, including plant protection agents and mineral fertilizers, more efficiently and economically and to reduce the use of agricultural technology and, accordingly, decrease energy costs.

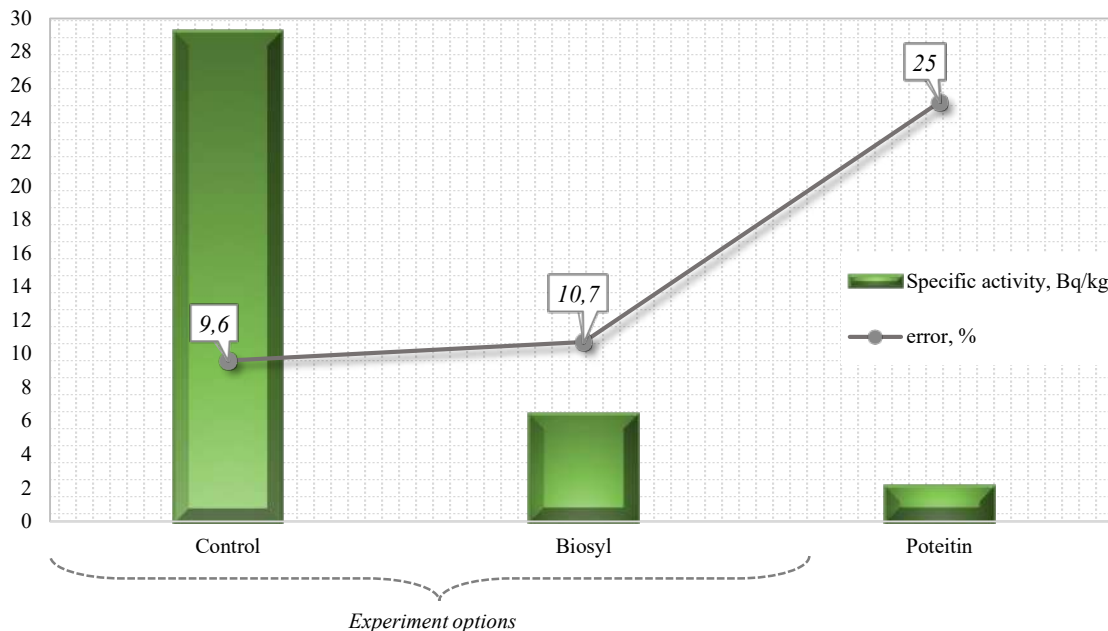
The use of these preparations if also energy efficient, because pesticides and fungicides are used less and the technology chains (spraying, poisoning, etc.) are shortened.



Due to the action of factors under investigation, it was possible to increase the yield of potatoes and reduce the use of mineral fertilizers to some extent. Currently, it is relevant not only from an economic point of view, but also due to the reduction of anthropogenic pressure on the environment.

The results of our study show that foliar treatment of

potato plants with Biosyl and Poteitin helped to reduce the specific activity of tubers from 29.2 to 6.4–2.1 Bq/kg (Fig. 1). The best option was Poteitin, which reduced the specific activity of tubers to 2.1 Bq/kg; the option with Biosyl was slightly inferior and showed the result amounting to 6.4 Bq/kg.

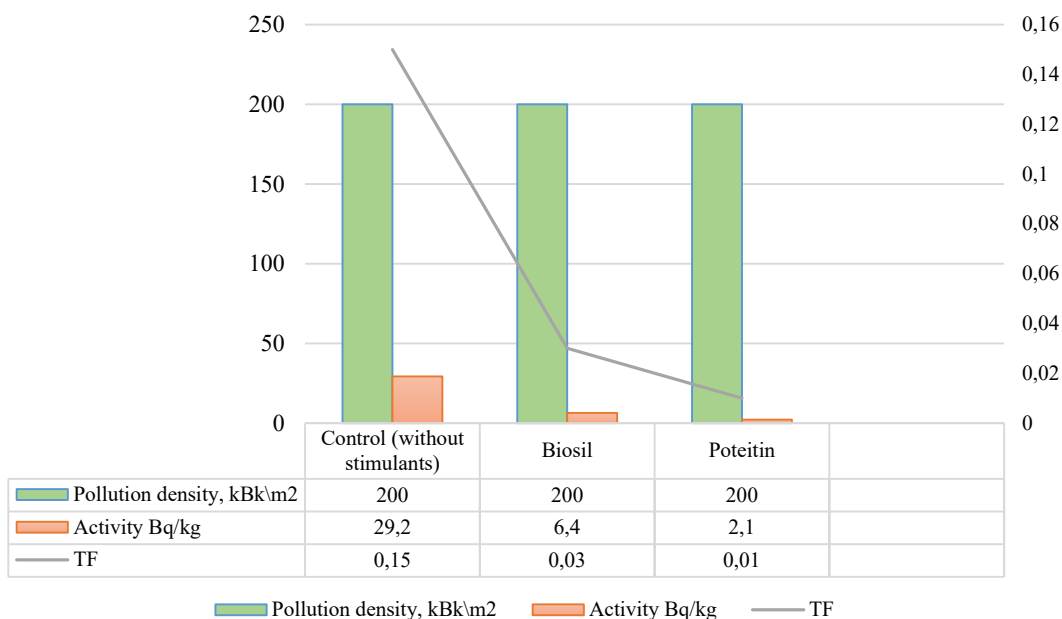


**Fig. 1.** Effect of types and doses of plant growth stimulators on the specific activity of potato tubers

It is known that the transition coefficient of Cs-137 makes it possible to more accurately forecast the migration of the radionuclide in the soil-plant system. Therefore, in our experiments, we calculated this figure depending on the doses and types of fertilizers according to the following formula:

$$TC = \frac{\text{Plant activity рослин, Bq/kg}}{\text{Soil contamination density, kBq/m}^2}$$

Based on Fig. 2, the transition coefficient in potatoes without the use of plant growth regulators was 0.15 on soils with a contamination density 200 kBq/m<sup>2</sup>.



**Fig. 2.** Dependence of transition coefficients of Cs-137 on the types and doses of plant growth regulators

When Biosyl was used, the transition coefficient was 0.03, while the use of Poteitin contributed to an even more significant reduction in the transition coefficient of Cs – 137.

It should be noted that V. Kuhar and O. Lyashenko [21] in their research substantiated the concept of non-distribution of radionuclides from contaminated land and developed a number of technologies for its implementation based on long-term studies of the transformation of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in the soil–plant–water system, carried out in laboratory and natural conditions (the Chernobyl nuclear power plant exclusion zone). It was determined that relatively simple methods (including the use of plant growth regulators) can limit the spread of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr from radionuclide-contaminated lands by 2–10 times and significantly improve the radiation situation on these lands [21].

The team of authors [22], based on the results of their own research, claimed that growth stimulators have a significant radiophotocatalytic effect, the CP of radiocesium in potato tubers decreased by 23–35 % compared to the control.

A. S. Malinovskyi [9] claimed that the use of growth regulators contributes not only to increasing the yield and improving the quality indicators of tubers, but also reduces the accumulation of radionuclides. Foliar treatment of potatoes with sodium humate, emistim C, agrostimulin, and poteitin reduced the coefficient of <sup>137</sup>-cesium transition from soil to tubers to 32 % over two years of research.

## Conclusions

The transition of the radioactive isotope caesium-137 from soil to plants depends on the content of exchangeable potassium in the soil, the saturation of the soil-absorbing complex with bases, the reaction of the soil solution, soil grading and the humus content. When soil agrochemical parameters were improved, in particular when the exchangeable potassium content in soils increased from 2.3 mg/100 g of soil to 14.8 mg/100 g of soil, the specific activity of radiocaesium in plants reduced to 3.4 times.

It has been found that foliar spraying of potato plants with Biosyl and Poteitin contributed to the multiplicity of reduction of the transition coefficient of <sup>137</sup>Cs.

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

## References

- Trembitska, O. I., Kovalov, V. B., Klymenko, T. V., Zhuravel, S. V., & Fedorchuk, S. V. (2020). *Ahroekolohichni stan Zhytomyrskoho Polissia ta vplyv system udobrennia na rodiuchist gruntiv, zabrudnennykh radionuklidamy: monohrafiia*. Zhytomyr: vydavnytstvo Poliskoho universytetu [in Ukrainian]
- Zinchenko, V. O., Derebon, I. Yu., & Buhachuk, V. R. (2000). Vplyv stymulatoriv rostu roslyn na produktyvnist kartopli pry ryznykh rivniakh rodiuchosti gruntu v umovakh radioaktyvnoho zabrudnennia. *Visnyk Derzhavnoho Ahroekolohichnoho Universytetu*, 1, 80–85. [in Ukrainian]
- Kashparov, V. A., Lazarev, N. M., & Polyshchuk, S. V. (2005). Problemy sel'skokhoziaistvennoi radyolohiy v Ukrainy na sovremennom etape. *Ahroekolohichni Zhurnal*, 3, 31–41. [in Russian]
- Pryster, B. S., Omelianenko, N. P., & Perepeliatnykova, L. V. (1992). Myhratsyia radynuklydov v pochve y perekhod ykh v rastenyia v zone avaryi na ChAES. *Pochvovedenye*, 10, 51–60. [in Russian]
- Mehwish, J. N., & Ashraf, M. A. (2017). Accumulation and Tolerance of Radiocesium in Plants and its Impact on the Environment. *Environment & Ecosystem Science*, 1 (1), 13–16. <https://doi.org/10.26480/ees.01.2017.13.17>
- Romanchuk, L. D., Fedonuk, T. P., & Khant, G. O. (2017). Radio-monitoring of plant products and soils of Polissia during the long-term period after the disaster at the Chernobyl Nuclear Power Plant. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8 (3), 444–454. <https://doi.org/10.15421/021769>
- de Boulois H. D., Joner, E. J., Leyval, C., Jakobsen, I., Chen, B. D., Roos, P., Thiry, Y., Ruyfiki, G., Delvaux, B., & Declercq, S. (2008). Role and influence of mycorrhizal fungi on radiocesium accumulation by plants. *Journal of Environmental Radioactivity*, 99, 785–800. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2007.10.008>
- Malynovskyi, A. S., Didukh, M. I., & Romanchuk, L. D. (2005). *Radiolohichna otsinka terytorii bezumovnoho (obov'iazkovo) vid-selennia Zhytomyrskoi oblasti (20 rokiv pislia avarii na ChAES)*. Zhytomyr: DAU [in Ukrainian]
- Malynovskyi, A. S. (2001). *Ekoloh – ekonomichni ta sotsialni aspekty Chornobyl'skoi katastrofy (na prykladi Zhytomyrskoi oblasti)*. Kyiv: IAE [in Ukrainian]
- Trembitskyi, V. A. (2004). *Ahroekolohichni stan gruntiv Pravoberezhnoho Polissia Ukrainy, vdoskonalennia upravlinnia yikh rodiuchosti i produktyvnosti ahrotenoziv. Extended abstract of candidate's thesis*. Zhytomyr [in Ukrainian]
- Palamarchuk, R. P., Trembitska, O. I., Klymenko, T. V., Fedorchuk, S. V., & Lisovy, M. M. (2018). Radioekolohichni stan gruntiv silskohospodarskykh uhid Zhytomyrskoi oblasti. *Ahroekolohichni Zhurnal*, 4, 36–41. [in Ukrainian]
- Trembitska, O. I. (2010). Vplyv system dobryv na ahroekolohichni stan demovo-pidzolytogo gruntu ta nakopychennia radiotseziuu silskohospodarskymi roslynami. *Suchasnyi stan ta perspektyvy vyrobnytstva produktsii roslinnytstva v umovakh zmin klimatu: Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia*. Dnipropetrovsk: DIZH UAAAN [in Ukrainian]
- Trembitska, O. I., Klymenko, T. V., & Fedorchuk, S. V. (2020). Vplyv rehuliatoriv rostu na yakist bulb kartopli. *Integración de las ciencias fundamentales y aplicadas en el paradigma de la sociedad post-industrial: colección de documentos científicos «AOHOΣ» con actas de la Conferencia Internacional Científica y Práctica*. Barcelona, España: Plataforma Europea de la Ciencia [in Ukrainian]
- Evangelidou, N., Hamburger, T., Talerko, N., Zibtsev, S., Bondar, Y., Stohl, A., Balkanski, Y., Mousseau, T. A., & Möller, A. P. (2016). Reconstructing the Chernobyl Nuclear Power Plant (CNPP) accident 30 years after. A unique database of air concentration and deposition measurements over Europe. *Environmental pollution*, 216, 408–418. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.05.030>
- Dancuse, K. N., Yevtushok, L., Lapchenko, S., Shumlyansky, I., Shevchenko, G., Wiertelcki, W., & Garruto, R. M. (2010). Chronic radiation exposure in the Rivne-Polissia region of Ukraine: implications for birth defects. *American Journal of Human Biology*, 22 (5), 667–674. <https://doi.org/10.1002/ajhb.21063>
- Michel, R., Handl, J., Ernst, T., Botsch, W., Szidat, S., Schmidt, A., Jakob, D., Beltz, D., Romantschuk, L. D., Synal, H. A., Schnabel, C., & López-Gutiérrez, J. M. (2005). Iodine-129 in soils from Northern Ukraine and the retrospective dosimetry of the iodine-131 exposure after the Chernobyl accident. *The Science of the Total Environment*, 340 (1-3), 35–55. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.08.006>
- Ambo-Rappe, R., Lajus, D. L., & Schreider, M. J. (2007). Translational Fluctuating asymmetry and leaf dimension in seagrass, *Zostera capricorni* Aschers in a gradient of heavy metals. *Environmental Bioindicators*, 2 (2), 99–116. <https://doi.org/10.1080/1555270701457752>
- Brurberg, M. B., Elameen, A., Le, V. H., Nærstad, R., Hermansen, A., Lehtinen, A., Hannukkala, A., Nielsen, B., Hansen, J., Andersson, B., & Yuen, J. (2011). Genetic analysis of Phytophthora infestans populations in the Nordic European countries reveals high genetic variability. *Fungal Biology*, 115 (4–5), 335–342. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2011.01.003>

19. Milligan, J. R., Krebs, R. A., & Mal, T. K. (2008). Separating Developmental and environmental effects on fluctuating asymmetry in *Lythrum salicaria* and *Penthorum sedoides*. *International Journal of Plant Sciences*, 169 (5), 625–630. <https://doi.org/10.1086/533600>
20. Ambo-Rappe, R., Lajus, D. L., & Schreider, M. J. (2008). Increased heavy metal and nutrient contamination does not increase fluctuating asymmetry in the seagrass *Halophila ovalis*. *Ecological Indicators*, 8 (1), 100–103. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.12.004>
21. Kuhar, V., & Lyashenko, O. (2008). Radiological problems of the lands of the zone influenced By the accident on the chornobyl app in the research of IBOPC NAS of Ukraine. *Visnyk of the Lviv University: Series Physics*, 42, 159–169.
22. Ievtushok, I.M., Zinchenko, V. O., Derebon, I. Yu., Buhaichuk, V. R. (2000) Vplyv stymuliatoriv rostu roslyn na produktyvnist kartopli pry riznykh rivniakh rodiuchosti gruntu v umovakh radioaktyvnoho zabrudnennia. *Visnyk Derzhavnogo Agroekologichnogo Universytetu*, 1, 80–85 [in Ukrainian]

#### ORCID

- O. Trembitska  <https://orcid.org/0000-0003-1152-0215>
- T. Klymenko  <https://orcid.org/0000-0002-2071-6802>
- S. Stoliar  <https://orcid.org/0000-0001-5925-2008>



2023 Trembitska O. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Biometric parameters of plants and maize (*Zea mays* L.) productivity depending on sowing period

V. Hanhur  | V. Rudenko

### Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

[volodimirgangu@gmail.com](mailto:volodimirgangu@gmail.com)Poltava State Agrarian  
University, Skovoroda St.,  
1/3, Poltava, 36000,  
Ukraine**Citation:** Hanhur, V., & Rudenko, V. (2023). Biometric parameters of plants and maize (*Zea mays* L.) productivity depending on sowing period. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 36–41. doi: 10.31210/spi2023.26.03.07

Due to the increasing demand for corn grain, there is an important necessity to improve existing and develop new agrotechnical methods aimed at maximizing the genetic potential of crop productivity. Studies conducted during 2021–2022 at the Poltava State Agricultural Research Station named after M. Vavilov revealed that seedlings of corn hybrids more actively appeared at late sowing dates (May 10), and at the average date – with a one-day time delay. According to the results of seed germination, it was found that in maize hybrids of different maturity groups, it increased to the maximum during the period from early to medium sowing. The studies revealed that the early-maturing hybrid Kvitnevyi 187 MV and the mid-maturing hybrid Bystrytsia 400 MV had the highest plant height at the third sowing date and the mid-early hybrid Orzhytsia 237 – at the middle sowing date. Experimental results showed that the linear sizes of plants of later maturity maize hybrids are less responsive to the time of sowing. The results of the research showed that on average for two years, the yield of the early-maturing corn hybrid Kvitnevyi 187 MV was maximum at the second sowing date (7.19 t/ha). The yield increase over the first and third sowing dates was 0.35 and 0.22 t/ha or 5.1 and 3.2 %, respectively. The yield of the medium-early hybrid Orzhytsia 237 MV was almost the same for both the first and second sowing periods (7.25 and 7.27 t/ha, respectively), the difference was only 0.02 t/ha. In the case of late sowing, a significant reduction in yield was observed (by 0.23 and 0.25 t/ha) in comparison with the early and middle terms, respectively. The mid-season hybrid Bystrytsia 400 MV responded to the time of sowing most strongly. The highest yield (8.05 t/ha) was obtained when it was sown on April 20. At the second and third sowing dates, compared to the first, a significant decrease in grain productivity of the hybrid was noted, by 0.62 and 1.22 t/ha or 8.3 and 17.9 %, respectively, which indicates that its plants are not adaptive enough to the more extreme weather conditions of the summer growing season.

**Keywords:** maize (*Zea mays* L.), hybrids, sowing dates, development phases, plant height, yield.

## Біометричні параметри рослин та продуктивність кукурудзи (*Zea mays* L.) залежно від строків сівби

В. В. Гангур | В. В. Руденко

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава,  
Україна

Дослідженнями проведеними впродовж 2021–2022 рр. на Полтавській державній сільськогосподарській дослідній станції ім. М. І. Вавилова виявлено, що сході насіння гібридів кукурудзи більш активно з'являлися за пізніх строків сівби (10 травня), а за середнього терміну – із відставанням лише на один день. За результатами визначення польової схожості насіння встановлено, що у гібридів кукурудзи різних груп стиглості вона максимально зростала за період від раннього до середнього строку сівби. Дослідженнями виявлено, що у ранньостиглого гібриду Квітневий 187 МВ та середньостиглого Бистриця 400 МВ найбільшою була висота рослин за третього строку сівби, а середньораннього гібриду Оржиця 237 – за середнього. Експериментальні дані свідчать, що лінійні розміри рослин гібридів кукурудзи більш пізніх строків досягання в меншій мірі реагують на строки їх висівання. Результати досліджень свідчать, що у середньому за два роки, урожайність ранньостиглого гібриду кукурудзи Квітневий 187 МВ максимальною була за другого строку сівби (7,19 т/га). Перевищення врожайності, порівняно з першим і третім строками сівби становило, відповідно 0,35 і 0,22 т/га. Врожайність середньораннього гібриду Оржиця 237 МВ майже однаковою була як за першого, так і другого терміну сівби (відповідно 7,25 і 7,27 т/га), різниця становила лише 0,02 т/га. У разі перенесення сівби на пізні строки, спостерігали істотне зниження урожайності, порівняно із раннім та середнім, відповідно на 0,23 і 0,25 т/га. Середньостиглий гібрид Бистриця 400 МВ найвищу врожайність (8,05 т/га) формував за сівби 20 квітня. За другого і третього строків сівби, порівняно з першим, відзначено істотне зниження зернової, відповідно на 0,62 і 1,22 т/га, що свідчить про недостатню адаптивність його рослин до більш жорстких погодних умов літнього періоду вегетації.

**Ключові слова:** кукурудза (*Zea mays* L.), гібриди, строки сівби, фази розвитку, висота рослин, урожайність.**Бібліографічний опис для цитування:** Гангур В. В., Руденко В. В. Біометричні параметри рослин та продуктивність кукурудзи (*Zea mays* L.) залежно від строків сівби. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 36–41.

## Вступ

Головним спрямуванням політики в аграрній сфері України є повне забезпечення населення якісними продуктами харчування, а переробку промисловість сировиною. Позитивне вирішення вище зазначеного завдання можливе шляхом виробництва достатніх обсягів зерна сільсько-господарських культур. У розв'язанні цієї важливої проблеми провідна роль відводиться зерновим культурам, які найбільш поширені в Україні, зокрема пшениці, ячменю, а також і кукурудзі [28, 29]. Остання є найбільш продуктивною та володіє цінними біологічними властивостями. Кукурудза, за врожайністю зерна та зеленої маси переважає практично всі інші кормові культури. Ряд аналітичних джерел відзначають стрімке зростання посівних площ засіяних кукурудзою, а також перспективи її збільшення. Так, у 1990 р., посівна площа кукурудзи в Україні становила 1223,1 тис. га, а в 2010 р., зросла до 2736 тис. га, або у 2,2 разу. У 2020 р., площа під кукурудзою дорівнювала 4974 тис. га, що більше, ніж у 1990 і 2010 роках, відповідно у 4,1 і 1,8 разу. Ще більшою була площа посіву кукурудзи була у 2021 р., вона досягла рекордних 5470 тис. га. У 2022 р., посівну площу під культурою було зменшено до 4639,4 тис. га, через знаходження земель в зоні активних бойових дій.

В сучасних умовах, у зв'язку із постійним зростанням потреб у зерні кукурудзи, існує необхідність в істотному підвищенні продуктивності культури шляхом впровадження ефективних технологій вирощування, які базуються на використанні нових, більш продуктивних і адаптованих до місця вирощування гібридів різних груп стиглості, удосконаленні існуючих та розробленні нових агротехнічних прийомів, спрямованих на реалізацію біологічного потенціалу культури [3, 22, 23]. До вище зазначених чинників належить і вибір оптимальних строків сівби [5].

Строк сівби є одним із важливих елементів технології вирощування кукурудзи та дієвим чинником впливу на формування високих врожаїв культури [4, 6, 7]. Незважаючи на те, що питанню вивчення строків сівби присвячена велика кількість польових дослідів у різних ґрунтово-кліматичних зонах, однак актуальність цієї проблеми не зникає у зв'язку із щорічною реєстрацією нових, несхожих за стиглістю та морфологічними ознаками, гібридів кукурудзи, яким притаманна різна реакція на вплив факторів зовнішнього середовища регіону вирощування. Тому, потрібно для кожного біотипу гібридів встановити найбільш доцільний строк сівби, із врахуванням потреб до умов вирощування впродовж онтогенезу культури [12].

Науковцями, на зрошуваних землях південної частини України встановлено, що за визначення строку сівби потрібно брати до уваги групу стиглості гібриду. Зокрема, зміщення строків сівби батьківських форм ранньостиглих і середньостиглих гібридів на відносно пізніший термін дає можливість поповнити запаси доступної вологи та зменшити потенційну засміченість посівного шару ґрунту за

допомогою комплексу агротехнічних заходів [13]. Ісмаїл [27] повідомив, що як рання, так і пізня сівба можуть призвести до зниження продуктивності культури, оскільки існує ймовірність того, що несприятливі погодні умови можуть виникнути після сівби або впродовж вегетаційного періоду. Щоб кукурудза найкраще використовувала вологу, поживні речовини та сонячну радіацію, її необхідно висівати в оптимальні строки.

В Україні у зв'язку із глобальними змінами клімату почастішали посушливі погодні умови, які спостерігаються у різні фази впродовж періоду вегетації практично кожні 2–3 роки. Особливо важливо не запізнитися з проведенням сівби кукурудзи у роки із посушливим весняним періодом, коли існує висока ймовірність того, що насіння може потрапити у недостатньо вологий шар ґрунту. Наслідком цього буде низька польова схожість насіння, недостатня густина рослин на одиниці площі. В разі запізнення із сівбою на 10 днів порівняно із оптимальними строками, зернова продуктивність кукурудзи зменшується на 0,6–0,8 т/га [20].

Раннім сівбою можна досягти істотного зменшення вмісту вологи в зерні до часу настання його повної стиглості. Кожен день запізнення із сівбою відносно оптимальних строків зумовлює підвищення вологості зібраного зерна на 0,3–0,8 % [16, 10], зменшення сухої речовини – на 0,3–0,5 % [21], зниження врожайності зерна – на 0,6–1,5 % [18].

Перенесення сівби до пізніх строків призводить до зміщення частини вегетаційного періоду на осінні місяці, де зростає вірогідність того, що рослини можуть потрапити під перші осінні заморозки. Це може призвести до пошкодження надземної маси та істотного недобору врожаю через передчасне припинення вегетації [26].

За раннього строку сівби (стабільного прогрівання ґрунту до 6–8°C) досягається на 15–18 % вища врожайність посівів кукурудзи за рахунок поліпшення вологозабезпечення ґрунту, особливо, у критичний для культури період – фаза викидання-цвітіння волотей [19, 11]. В. С. Циков [25] відзначає, що за ранніх строків сівби підвищується роль генетичного потенціалу гібридів кукурудзи, зокрема холодостійких, які доцільно висівати за настання середньодобової температури ґрунту на глибині загортання насіння 8–10 °C.

Але поряд з цим ранні строки сівби зумовлюють і певні ризики, зокрема сходи кукурудзи можуть бути пошкоджені весняними приморозками, активізується шкодочинність шкідників, хвороб, бур'янів [1]. Зокрема посіви кукурудзи більше пошкоджуються кукурудзяним метеликом, бо на час льоту метеликів і відкладання ними яєць рослини вже будуть достатньо розвиненими [24].

Ряд науковців відзначає, що за дотримання технології вирощування та сівби кукурудзи в оптимальні строки настання повного досягання ранньостиглих гібридів культури орієнтовно може відбутися у другій половині серпня, середньоранніх – у перші дні вересня, середньостиглих – у середині вересня, а середньопізніх – на початку жовтня [9, 30].

Дослідженнями проведеними в умовах зрощення півдня України встановлено, що максимальну урожайність зерна гібриди кукурудзи різних груп стиглості (ранньостиглий Тендра, середньоранній Скадовський, середньостиглий Каховський) формували за сівби у третій декаді квітня [2].

Таким чином питання встановлення оптимальних строків сівби кукурудзи у зв'язку із щорічним впровадженням у виробництво нових гібридів різних груп стиглості, а також перманентними змінами клімату як у глобальному, так і регіональному масштабі, є актуальним у формуванні високопродуктивних агроценозів культури в умовах Лівобережного Лісостепу.

### Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив строків сівби гібридів кукурудзи різних груп стиглості біометричні параметри рослин та урожайність зерна.

Завдання дослідження: вивчити вплив строків сівби на польову схожість насіння та висоту рослин; визначити урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від строків сівби.

### Матеріали і методи

Дослідження проведено впродовж 2021–2022 рр. в лабораторії землеробства та технологій вирощування зернових, зернобобових та олійних культур Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М. І. Вавилова, яка територіально знаходиться у південно-східній частині Лівобережного Лісостепу України.

Ґрунт земельної ділянки – чорнозем типовий малогумусний. За механічним складом цей тип ґрунту відноситься до важких суглинків. Ґрунт дослідної ділянки характеризується наступними агрохімічними показниками: вміст гумусу в шарі 0–20 см – 4,85 %, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) 11–13 мг (низький ступінь забезпеченості), рухомого фосфору (за Чириковим) 10–15 мг (підвищений

**Таблиця 1**

Польова схожість насіння гібридів кукурудзи залежно від строків сівби, середнє за 2021–2022 рр.

Назва гібридів	Строки сівби	Тривалість періоду від сівби до сходів, днів	Польова схожість, %
Квітневий 187 МВ (ранньостиглий)	20 квітня	14	89,3
	01 травня	10	94,7
	10 травня	9	91,8
Оржиця 237 МВ (середньоранній)	20 квітня	15	86,0
	01 травня	11	91,7
	10 травня	10	90,2
Бистриця 400 МВ (середньостиглий)	20 квітня	16	77,0
	01 травня	12	80,0
	10 травня	11	78,7

Результати визначення польової схожості насіння свідчать, що вона є вищою у ранньостиглого гібриду Квітневий 187 МВ за всіма строками сівби (89,3; 94,8; 91,8 %). У середньораннього гібриду кукурудзи Оржиця 237 МВ спостерігали зниження польової схожості насіння на 3,0–3,3 %, порівняно із ранньостиглим гібридом Квітневий 187 МВ, а середньостиглого гібриду

Бистриця 400 МВ – на 12,3–14,7 %. Серед можливих причин, які призводять до зниження польової схожості насіння за пізнього строку сівби є як активізація ґрунтових шкідників і посилення їх шкодливого впливу, так і інтенсивна втрата доступної вологи із поживного шару ґрунту на фоні підвищення температури повітря. Слід відзначити, що польова схожість насіння гібридів

ступінь забезпеченості), обмінного калію (за Чириковим) 16–20 мг на 100 г ґрунту (від високого до дуже високого рівня забезпеченості). Реакція ґрунтового розчину слабокисла, рН сольової витяжки 6,3. В цілому, за вмістом основних елементів мінерального живлення, характеристикою агрофізичних показників, ґрунт експериментальної ділянки сприятливий для культивування кукурудзи.

Схема досліді передбачала вивчення двох факторів: гібриди кукурудзи різних груп стиглості, зокрема ранньостиглий Квітневий 187 МВ, середньоранній Оржиця 237 МВ і середньостиглий Бистриця 400 МВ (фактор А); три строки сівби (фактор В). Повна схема досліді приведена в таблиці 1.

Розміщення варіантів і повторень рендомізоване. Повторність експериментальних ділянок триразова. Посівна площа ділянки 105 м<sup>2</sup>, а облікова – 70 м<sup>2</sup>. Агротехніка вирощування кукурудзи була загальноприйнятою для зони Лівобережного Лісостепу України, за виключенням елементів, що вивчали.

Обліки та спостереження були проведені згідно загальноприйнятих методик. Статистичну обробку результатів досліді було проведено із використанням дисперсійного аналізу [8].

### Результати та їх обговорення

За результатами досліджень виявлено, що сходин гібридів кукурудзи найбільш інтенсивно з'являлися за пізніх строків сівби (10 травня) (табл. 1). За другого строку сівби сходин рослин культури одержали лише на один день пізніше, порівняно із третім строком. Менші темпи проростання насіння спостерігали за першого (20 квітня) строку сівби, коли більш низькими були середньодобові температури ґрунту. Тривалість періоду від сівби до сходів залежно від групи стиглості гібриду, за першого строку становила 14–16, другого – 10–12, третього – 9–11 днів. Слід відзначити, що серед гібридів, що вивчали, найменшу кількість днів проростало насіння ранньостиглого гібриду Квітневий 187 МВ, за кожним із строків сівби.

Бистриця 400 МВ – на 12,3–14,7 %. Серед можливих причин, які призводять до зниження польової схожості насіння за пізнього строку сівби є як активізація ґрунтових шкідників і посилення їх шкодливого впливу, так і інтенсивна втрата доступної вологи із поживного шару ґрунту на фоні підвищення температури повітря. Слід відзначити, що польова схожість насіння гібридів

кукурудзи різних груп стиглості максимально зростала за період від раннього до середнього строку сівби. За третього строку сівби відзначено зменшення значень цього показника, порівняно з другим, однак вони були значно вищими, порівняно з першим строком.

Висота рослин є важливою господарською і біологічною характеристикою біотипів кукурудзи. У досліді виявлено варіювання лінійних розмірів рослин гібридів кукурудзи залежно від різних термінів сівби (рис. 1).

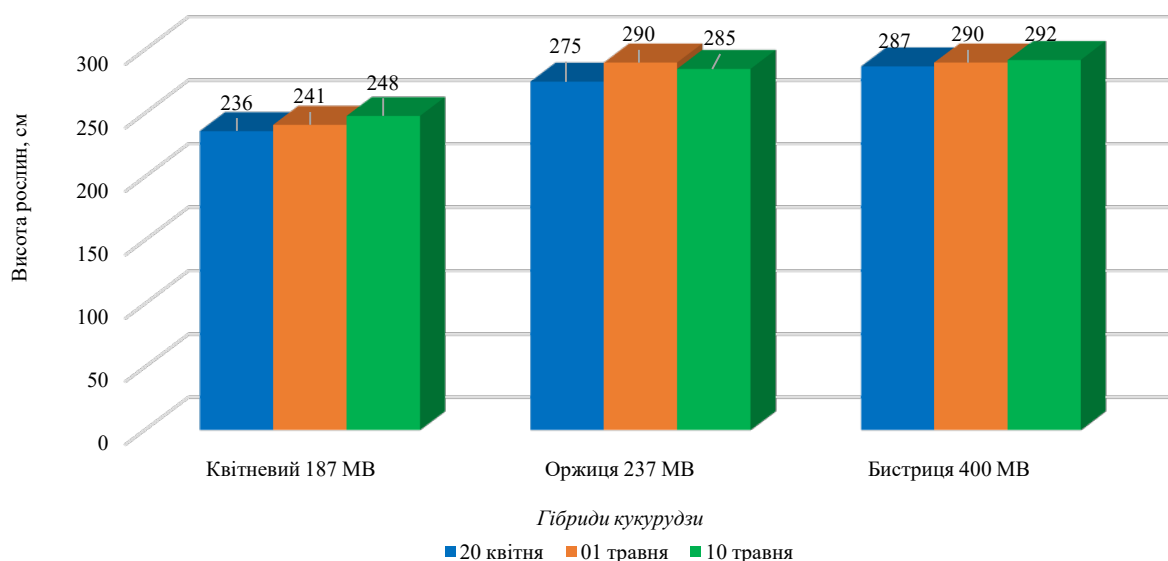


Рис. 1. Вплив строків сівби на висоту рослин гібридів кукурудзи, см (середнє за 2021–2022 рр.)

Так, дослідженнями виявлено, що на час настання у кукурудзи фази цвітіння, коли практично закінчується верхівковий ріст, більшими лінійними розмірами характеризувалися рослини гібридів пізніх строків сівби. У ранньостиглого гібриду Квітневий 187 MB висота рослин за третього строку сівби була більшою, порівняно з першим і другим строком, відповідно на 12 і 7 см, або 5,1 і 2,9 %. Лінійні розміри рослин середньораннього гібриду Оржиця 237 MB збільшилися від раннього до середнього на 15 см або 5,5 %, а до пізнього строку сівби – на 5,5 см, або 3,6 %. За результатами досліджень виявлено,

що у середньостиглого гібриду Бистриця 400 MB мінімальним є варіювання висоти рослин залежно від строків сівби. Різниця між першим, другим і третім строком сівби, за цим показником, становила, відповідно лише 3 і 5 см. Ці експериментальні дані свідчать, що лінійні розміри рослин гібридів кукурудзи більш пізніх строків досягання в меншій мірі реагують на строки їх висівання.

Слід відзначити, що урожайність зерна є критерієм загальної оцінки ефективності чинників, що вивчали в досліді, зокрема різних строків сівби (табл. 2).

## Таблиця 2

Урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від строків сівби, т/га

Назва гібридів (А)	Строки сівби (В)	Урожайність за роками, т/га		
		2021	2022	середнє
Квітневий 187 MB	20 квітня	5,85	7,83	6,84
	01 травня	6,18	8,20	7,19
	10 травня	5,82	8,11	6,97
Оржиця 237 MB	20 квітня	6,59	7,90	7,25
	01 травня	6,23	8,30	7,27
	10 травня	5,82	8,23	7,02
Бистриця 400 MB	20 квітня	7,45	8,64	8,05
	01 травня	6,67	8,19	7,43
	10 травня	5,59	8,06	6,83
НІР <sub>0,95</sub>		фактор А – 0,21; фактор В – 0,21; взаємодія факторів АВ – 0,36.		

Результати досліджень, свідчать про істотну роль строків сівби у формуванні урожайності гібридів кукурудзи. Слід відзначити, що поряд із термінами сівби вагомим чинником впливу на продуктивність гібридів кукурудзи має рівень сприятливості погодних умов впродовж періоду вегетації культури. Погодні умови 2021 року були менш сприятливими для росту, розвитку та формування врожайності

кукурудзи, зокрема температура повітря у середньому за травень–серпень перевищувала багаторічне значення на 2,6 градуса, а дефіцит опадів становив 13,3 мм. Слід відзначити, що липні місяці, коли найбільшою є потреба рослин кукурудзи у воді (фаза цвітіння волоті і качана), сума опадів становила лише 19,2 мм, що менше норми на 68,6 %. Такий характер погодних умов негативно вплинув на урожайність

зерна, вона залежно від строків сівби варіювала в межах: ранньостиглого Квітневий 187 МВ 5,82–6,18 т/га, середньораннього гібриду Оржиця 237 МВ – 5,82–6,59 т/га, середньостиглого гібриду Бистриця 400 МВ – 5,59–7,45 т/га.

В 2022 році метеорологічні чинники, а саме більша, ніж в попередньому році кількість опадів (на 15,2 мм) на фоні нижчого температурного режиму (на 1,1 градуса), сприяли формуванню вищої зернової продуктивності гібридів кукурудзи залежно від строків сівби. Вона дорівнювала у ранньостиглого Квітневий 187 МВ 7,83–8,20 т/га, середньораннього гібриду Оржиця 237 МВ – 7,90–8,30 т/га, середньостиглого гібриду Бистриця 400 МВ – 8,06–8,64 т/га.

Результати досліджень свідчать, що у середньому за два роки, урожайність ранньостиглого гібриду кукурудзи Квітневий 187 МВ найбільшою була за другого строку сівби. Перевищення врожайності, порівняно з першим і третім строками сівби становило, відповідно 0,35 і 0,22 т/га або 5,1 і 3,2 %. Статистична обробка даних із використанням дисперсійного аналізу свідчить, що ця різниця за урожайністю зерна між строками сівби є істотною (НІР<sub>0,95</sub> для фактору В – 0,21 т/га). Між першим і третім терміном сівби різниця за продуктивністю становить 0,13 т/га, вона знаходиться в межах НІР.

Врожайність середньораннього гібриду Оржиця 237 МВ практично однаковою була як за першого, так і другого строку, різниця становила лише 0,02 т/га. За пізньої сівби, зокрема 10 травня спостерігали істотне зниження урожайності, порівняно із раннім та середнім строком, відповідно на 0,23 і 0,25 т/га.

Середньостиглий гібрид Бистриця 400 МВ найбільш виражено реагував на строки сівби. Найвищу врожайність одержано за сівби 20 квітня, тобто за першого строку. За другого і третього строків сівби, порівняно з першим, відзначено істотне зниження зернової продуктивності гібриду, відповідно на 0,62 і 1,22 т/га або 8,3 і 17,9 %. На нашу думку таке різке зниження урожайності середньостиглого гібриду Бистриця 400 МВ за пізніх строків сівби свідчить про недостатню адаптивність його рослин до більш жорстких погодних умов літнього періоду вегетації.

Таким чином, узагальнюючи результати досліджень слід відзначити, що гібриди кукурудзи, які вивчали, максимальну висоту рослин формували за третього строку сівби (275 см). Практично аналогічна висота рослин за середнього терміну висівання (274 см). Найменшою висотою характеризувалися рослини гібридів кукурудзи за сівби у перший строк (266 см). У дослідях В. А. Мокрієнко, Л. В. Центило, рослини кукурудзи також вищими були за третього строку сівби, коли відбувається стабільне прогрівання ґрунту до температури 10 градусів [14].

Що стосується урожайності, то серед гібридів, що досліджували, максимальну врожайність, у середньому за строками сівби, формували середньостиглий гібрид Бистриця 400 МВ (7,44 т/га). Урожайність ранньостиглого гібриду кукурудзи Квітневий 187 МВ та середньораннього гібриду Оржиця 237 МВ була нижчою, порівняно із середньостиглим, відповідно на 0,44 і 0,26 т/га. Результати досліджень свідчать, що у

середньому гібриди кукурудзи формували вищу врожайність за першого та другого строку сівби. Пізній термін сівби призводив до зниження урожайності, порівняно із раннім і середнім строком, відповідно на 6,0 і 4,9 %. В умовах Лісостепу Західного встановлено, що найбільш сприятливі умови для рослин кукурудзи створюються за раннього строку сівби, зокрема у третій декаді квітня. При цьому середньоранній гібрид Оржиця 237 МВ формували найвищу врожайність, яка дорівнювала 8,91 т/га. Приріст урожайності зерна до контрольного варіанту становив 1,89 т/га, або 26,9 % [15]. В умовах Північно-східного Лісостепу України середньостиглий гібрид Новий за раннього строку сівби забезпечив урожайність 10,3 т/га [17].

## Висновки

Таким чином, на підставі результатів проведених досліджень встановлено, що кращим строком сівби ранньостиглого гібриду Квітневий 187 МВ є середній, для середньораннього гібриду Оржиця 237 МВ оптимальним строком сівби є період з 20 квітня по 10 травня, а для середньостиглого гібриду Бистриця 400 МВ найбільш доцільним терміном початку сівби є 20 квітня.

*Перспективи подальших досліджень.* Доцільним буде дослідити більш ранні строки сівби гібридів кукурудзи різних груп стиглості нового покоління.

## Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

1. Bakalova, A. V. (2011). Stiiikist smorodiny chornoї. Vplyv mikroelementiv na stiiikist proty sysnykh. *Quarantine and Plant Protection*, 7, 19–22. [in Ukrainian]
1. Babych, A. O., Merezhko, M. M., & Lypovyi, V. H. (1994). Efektyvnist vyroshchuvannia kukurudzy na sylos, intensyfikatsiia i enerhozberezhennia. *Kormy i kormovyi bilok: materialy dopovidei pershoї Vseukrainskoi konferentsii*. Vinnytsia [in Ukrainian]
2. Vozhegova, R., Vlaschuk, A., & Drobot, O. (2018). Productivity and economic efficiency of growing hybrids of corn of different groups of maturity in conditions of irrigation. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 96 (7), 18–26. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-03>
3. Voloshchuk, I. S., Voloshchuk, O. P., Hlyva, V. V., & Pashchak, M. O. (2022). Economic efficiency of maize grain production under various agrotechnical measures of cultivation. *The Scientific Journal Grain Crops*, 6 (1), 148–159. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0218>
4. Hanhur, V. V. (2021). Kukurudza na zerno – krashchi stroky sivyby i optymalna hustota stoiannia roslyn dlia Livoberezhnoho Lisostepu. *Ahrobiznes Sohodni*, 07 (446), 24–25 [in Ukrainian]
5. Hanhur, V. V., Yeremko, L. S., Len, O. I., & Rudenko, V. V. (2022). Productivity formation in maize hybrids (*Zea mays* L.) depending on sowing dates. *Taurian Scientific Herald*, 126, 15–21. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.3>
6. Gangur, V. V., Yeremko, L. S., & Rudenko, V. V. (2021). The impact of cultivation technology elements on productivity formation in maize hybrids of different maturity groups. *Taurian Scientific Herald*, 117, 37–43. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.6>
7. Hanhur, V. V., Totyskiy, V. M., & Len, O. I. (2014). Vrozhainist hibrydiv kukurudzy zalezno vid strokiv sivyby. *Biuletyn Instytutu*



- Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 6, 138–142 [in Ukrainian]
8. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., & Opryshko, V. P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzen v ahrononii: Pidruchnyk*. Vinnytsia: PP «TD «Edelweis i K»» [in Ukrainian]
  9. Kamenshchuk, B. D. (2020). Ways of grain corn growing improvement. *Feeds and Feed Production*, 89, 85–92. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-08>
  10. Kyrpa, M. Ia., Cherchel, V. Iu., Pashchenko, N. O., & Ostapenko, L. I. (2010). Oznaka pryskorenoi volohoviddachi zerna hibrydiv gruntovo-klimatychnykh zon Ukrainy. *Seleksiia i Nasinnytstvo*, 98, 57–60 [in Ukrainian]
  11. Kovalchuk, I., & Lukianchenko, A. (2016). Hibrydy kukurudzy ta systema zakhystu vid kompanii «Synhenta» dlia riznykh gruntovo-klimatychnykh zon Ukrainy. *Famer the Ukrainian*, 1 (73), 36–39. [in Ukrainian]
  12. Kukharchuk, P. I., & Voitovyk, M. V. (2006). Tekhnolohichni aspekty pidvyshchennia urozhainosti zerna kukurudzy. *Ahrobiznes sohodni*, 11, 18–20. [in Ukrainian]
  13. Lavrynenko, Yu. O., Kokovikhin, S. V., Naidonov, V. H., & Mykhailenko, I. V. (2007). *Naukovi osnovy nasinnytstva kukurudzy na zroshuvanykh zemliakh pivdnia Ukrainy*. Kherson: Ailant [in Ukrainian]
  14. Mokriienko, V. A., & Tsentylo, L. V. (2011). Osoblyvosti rostu y rozvytku kukurudzy zalezno vid strokiv sivy ta hustoty stoiannia roslyn. *Naukovi Dopovidi Natsionalnoho Universytetu Biorekursiv i Pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 3 (25). Retrieved from: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011\\_3/11mva.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_3/11mva.pdf) [in Ukrainian]
  15. Moldovan, Zh. A., & Sobchuk, S. I. (2016). Vplyv strokiv sivy, hustoty roslyn ta abiotychnykh faktoriv na formuvannia vrozhaivosti zerna hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti v umovakh Lisostepu Zakhidnoho. *Biuletyn Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 11, 31–38. [in Ukrainian]
  16. Nad, Y. (2012). *Kukuruzha*. Vinnytsia: FOP D.Iu. Korzun [in Ukrainian]
  17. Onychko, V. I., & Shtukin, M. O. (2016). Optymalni stroky sivy hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti v umovakh Pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 2 (31), 214–218. [in Ukrainian]
  18. Pashchenko, Yu. M., & Kordin, O. I. (2005). Vplyv inkrustatsii nasinnia i strokiv sivy na formuvannia produktyvnosti hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti. *Biuletyn Instytutu Zernovoho Hospodarstva UAAAN*, 26-27, 78–82. [in Ukrainian]
  19. Pashchenko, Yu. M., Ostapenko, M. A., & Yeremko, L. S. (2007). Stroky sivy ta hustota stoiannia roslyn hibrydiv kukurudzy v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnogo Ahrarnoho Universytetu*, 2, 24–28. [in Ukrainian]
  20. Petrychenko, V. F., Panasiuk, Ya. Ya., Zabolotnyi, H. M., Sereida, L. P., Solohub, O. M., & Kaletnyk, P. Ye. (2006). *Suchasni systemy zemlerobstva Ukrainy*. Vinnytsia: Dilo [in Ukrainian]
  21. Pozniak, V. (2011). Vyhidne zerno. *Ahrobiznes sohodni*, 3 (202), 22–23. [in Ukrainian]
  22. Filonenko, S. V. (2013). Formation of grain productivity of maize under different soil tillage. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 56–60. <https://doi.org/10.31210/visnyk2013.03.09>
  23. Filonenko, S., Tyshchenko, M., & Popov, O. (2022). The realization of corn productive potential at growth regulators' foliar application. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 31–39. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.03.04>
  24. Cikov, V. S., & Matyuha, L. A. (1989). *Intensivnaya tehnologiya vzdelyvaniya kukuruzy*. Moskva: Agropromizdat [in Russian]
  25. Cikov, V. S. (2003). *Kukuruzha: tehnologiya, gibrydy, semena*. Dnepropetrovsk: Zorya [in Russian]
  26. Chernobai, L., Muzafarov, N., & Popova, K. (2017). Vektory adaptatsii. *Famer the Ukrainian*, 3 (87), 20–24. [in Ukrainian]
  27. Ismail, A. A. (1996). Gene action and combining ability for flowering and yield in maize under two different sowing dates. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 27, 91–105.
  28. Korotkova, I., Marenich, M., Hanhur, V., Laslo, O., Chetveryk, O., & Liashenko, V. (2021). Weed control and winter wheat crop yield with the application of herbicides, nitrogen fertilizers, and their mixtures with humic growth regulators. *Acta Agrobotanica*, 74. <https://doi.org/10.5586/aa.748>
  29. Marenich, M. M., Hanhur, V. V., Len, O. I., Hangur, Yu. M., Zhornyk, I. I., & Kalinichenko, A. V. (2019). The efficiency of humic growth stimulators in pre-sowing seed treatment and foliar additional fertilizing of sown areas of grain and industrial crops. *Agronomy Research*, 17 (1), 194–205. <http://dx.doi.org/10.15159/ar.19.023>
  30. Petrychenko, V., Korniychuk, O., & Voronetska, I. (2018). Biological farming in conditions of transformational changes in the agrarian production of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, 5 (2), 3–12. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.003>

#### ORCID

V. Hanhur  <https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>



© 2023 Hanhur V. and Rudenko V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Prospects for the use of growth regulators and biostimulants in medicinal plant production

V. Onipko  | V. Voropina | O. Kalashnik

### Article info

**Citation:** Onipko, V., Voropina, V., & Kalashnik, O. (2023). Prospects for the use of growth regulators and biostimulants in medicinal plant production. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 42–46. doi: 10.31210/spi2023.26.03.08

### Correspondence Author

V. Onipko

E-mail:

[valentyna.onipko@pdau.edu.ua](mailto:valentyna.onipko@pdau.edu.ua)

Poltava State Agrarian  
University,  
1/3, Skovoroda St.,  
Poltava, 36000,  
Ukraine

Weather conditions, low-quality means of plant protection or non-compliance with the technology of their application, as well as violations of the medicinal plants growing technology lead to stressful situations. As a result, they can significantly reduce their productivity and quality, which negatively affects the yield and quality of raw materials. In this regard, a promising direction in medicinal plant production is the use of growth regulators and biostimulants which help to increase the immunity of plants and reduce stress due to various negative factors. The purpose of the article is to analyze modern studies on the effect of growth regulators and biostimulants on medicinal plants to improve their quality, increase productivity and counteract stress conditions. The positive effect of humic acids on the flowering time and yield of calendula officinalis has been determined, and due to the application of Kadostim and Humiforte – increase the total amount of flavonoids and carbohydrate components of the leaves, P, K and N. The increase in the nutritional status of sprayed marigold plants due to Radifarm® was studied, increase in the number of leaves and flowers on a plant. The effectiveness of the application of chitosan on milk thistle was proven, which led to a reduction in the negative effects of salt stress, stimulation of the activity of enzymes and antioxidants. When salicylic acid was used in milk thistle seeds, the content of antioxidant compounds increased, vegetative growth accelerated and yield increased. The results of application on different types of mint were determined: the strain *T. harzianum* – improvement of menthol content and oil yield; CRADLE™, Mobilizer™ and Nanozim NXT™ – facilitating metabolic and physiological reactions; salicylic acid – stimulation of oil components; chitosan, citric and humic acids – increase in dry weight of stems and leaves; arbuscular mycorrhizal fungi with chitosan – positive effect on secondary metabolites and dry plant mass. The application of seaweed extracts in medicinal plant production is promising: it was found that phytomass and the content of minerals and antioxidants of jute mallow grew under the influence of these extracts.

**Keywords:** Medicinal plants, biostimulants, Marigold, French Marigold, Milk Thistle, Peppermint, Forest Mal-lows, growth stimulants.

## Перспективи використання в лікарському рослинництві регуляторів росту та біостимуляторів

В. В. Оніпко | В. О. Воропіна | О. П. Калашнік

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава,  
Україна

Погодні умови, неякісні засоби захисту рослин або недотримання технологій їх застосування, а також порушення технології вирощування рослин призводять до стресових ситуацій лікарських рослин. В результаті вони можуть значно знизити свою продуктивність. У зв'язку з цим отримали розвиток використання регуляторів росту та біостимуляторів, що сприяє підвищенню імунітету рослин і зменшенню стресу через дію різних негативних факторів. Мета статті – аналіз застосування сучасних регуляторів росту та біостимуляторів на лікарських рослинах задля покращення їх якості, збільшення врожайності та протидії стресовим умовам. Виявлено позитивний вплив гумінових кислот на врожайність календули лікарської та більш раннє цвітіння, а завдяки застосуванню препаратів Kadostim і Humiforte – підвищення загальної кількості флавоноїдів і вуглеводних компонентів листя, P, K і N. Досліджено підвищення поживного статусу рослин чорнобривців розлогих завдяки Radifarm®, збільшення кількості листків, квіток і бутонів, концентрації N, P і K в надземній частині рослини. Доведено переваги використання хітозану на розторопші плямистій, що призвело до зменшення несприятливих наслідків сольового стресу, стимулювання активності ферментів і антиоксидантів. За використання саліцилової кислота у насінні розторопші відбулося підвищення вмісту антиоксидантних сполук, прискорився вегетативний ріст і збільшилася врожайність. Визначено результати застосування на різних видах м'яти: штаму *T. harzianum* – покращення вмісту ментолу та вихід олії; CRADLE™, Mobilizer™ та Nanozim NXT™ – сприяння метаболічним та фізіологічним реакціям; саліцилової кислоти – стимулювання олійних компонентів; хітозану, лимонної та гумінової кислот – підвищення сухої ваги стебла і листя; арбускулярних мікоризних грибів з хітозаном – позитивний вплив на вторинні метаболіти та суху рослинну масу. Обґрунтовано позитивний вплив водних екстрактів з морських водоростей на ріст, урожайність, вміст мінералів та анти-оксиданти мальви джутової.

**Ключові слова:** лікарські рослини, біостимулятори, календула лікарська, розторопша плямиста, чорнобривці розлогі, м'ята перцева, мальва лісова.

**Бібліографічний опис для цитування:** Оніпко В. В., Воропіна В. О., Калашнік О. П. Перспективи використання в лікарському рослинництві регуляторів росту та біостимуляторів. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 42–46.

Протягом останніх десятиліть спостерігається постійне зростання глобального попиту на лікарські засоби рослинного походження та натуральні продукти, тому існує потреба у великій кількості різноманітних лікарських рослин високої якості. Відомо, що хімічний склад рослин значно змінюється залежно від генетичних і екологічних факторів, способів вирощування, строків збору та післязбиральної обробки. Як результат, це може негативно вплинути на фітохімію лікарських рослин, що обумовлює необхідність забезпечити їх відносно високу якість [1].

Важливу роль у цьому відіграють стимулятори росту рослин (регулятори росту і біостимулятори). Наразі відомо, що регулятори росту рослин (PGR – Plant growth regulators) і біостимулятори (biostimulants) регулюють ріст і розвиток рослин, прискорюють метаболізм рослин і підвищують поглинання поживних речовин, що призводить до більш здорових рослин із кращими врожайми. Однак механізм їхньої дії на стимулювання росту рослин відрізняється. Регулятори росту рослин визначаються як синтетичні сполуки, похідні фітогормонів, які імітують природні рослинні гормони [2–4]. Регулятори росту не мають поживної цінності та не функціонують, пригнічуючи або прискорюючи ріст і розвиток рослин, безпосередньо впливаючи на

гормони рослин у низьких дозах [5].

З іншого боку, біостимулятор рослин визначається як будь-яка речовина або мікроорганізм, що використовується для рослин і може призвести до підвищення ефективності живлення та покращення стійкості до абіотичного стресу й якості врожаю [6]. Біостимулятори зазвичай являють собою складні суміші, що містять органічні (наприклад, екстракти морських водоростей, фільтрат біогумусу, білкові гідролізати, гумінові речовини, мікроорганізми, біомолекули, метаболіти бродіння тощо), мікробні (гриби та бактерії) та/або неорганічні (Si, Se) складові [7–12]. Біостимулятори також багаті на мінерали, вітаміни, рослинні гормони, олігосахариди, амінокислоти, які відіграють важливу роль у покращенні стану ґрунту, його родючості, сорбції та десорбції поживних речовин. Вони покращують ріст і здоров'я рослин, стимулюючи природні процеси в незначній кількості, а не безпосередньо контролюючи ріст рослин [13, 14]. Отже, біостимулятори відіграють життєво важливий характер у кругообігу поживних речовин, контролі абіотичного стресу, біодоступності важких металів і викидах парникових газів [15–17].

Регулятори росту рослин потрібні в невеликих кількостях і містять менше домішок, ніж звичайні добрива. Крім того, біостимулятори отримують із природних ресурсів [18]. Таким чином, існує мінімальний ризик щодо токсичності та безпеки для людини та навколишнього середовища [19]. Регулятори росту та біостимулятори стають все більш популярними серед фермерів і споживачів у всьому світі, оскільки вони можуть допомогти підвищити врожайність і покращити здоров'я ґрунту, знизивши залежність від синтетичних добрив і пестицидів [20, 21].

Необхідно відзначити, що після COVID-19 у світі відбувається зміна парадигми та зростання попиту на

органічну їжу серед споживачів як профілактичний засіб як у розвинених країнах, так і в країнах, що розвиваються [22–24]. Зі збільшенням чисельності глобального населення та зростаючим занепокоєнням щодо погіршення стану навколишнього середовища підвищується попит на методи сталого ведення сільського господарства та впровадження політики GLOBALGAP (GLOBAL Good Agricultural Practices) [25, 26]. Крім того, очікується, що ринок регуляторів росту та біостимуляторів зростатиме та поширюватиметься на нові території, включаючи Азію та Африку [27, 28]. Прогнозується, що регулятори росту та біостимулятори набудуть більшого використання в сільському господарстві протягом наступних кількох років завдяки технологічному прогресу та зростаючому попиту на стійке сільське господарство [29], що обумовлює доцільність їх використання у лікарському рослинництві.

Так, застосування гумінових кислот, що містять L-аскорбінову кислоту та тіамін, як окремо (біостимулятор ROOTS), так і разом з добривом (ROOTS PLUS), збільшило виробництво сировини календули лікарської (*Calendula officinalis* L.) та викликало більш раннє цвітіння [30]. Також було досліджено вплив біологічних речовин на метаболізм і обмін речовин, що сприяє підвищенню врожайності календули лікарської та вмісту вторинних метаболітів [31]. В результаті визначено, що амінокислотне добриво Humiforte (1,5 л/га) порівняно до контролю призвело до збільшення сухої маси рослини до 37,46 %, сухої маси кошиків – до 36,92 %, площі листя – до 34,44 %, відносний вміст води – до 32,03 %, індекс урожаю – до 20,40 %, кількість суцвіть на рослину – до 40,64 %, загальний вміст вуглеводів в кошиках – до 18,43 %, загальний вміст флавоноїдів у листках – до 19,35 %, а загальний вихід флавоноїдів у листках – до 38,63 %. Найбільша кількість загальних флавоноїдів у кошиках (0,25 % зі збільшенням до 32 % порівняно з контролем) була отримана за дії біостимулятора Aminoforte (1,5 л/га). Завдяки використанню комплексного природно-синтетичного біостимулятора Kadostim (1,5 л/га) відбулося збільшення висоти рослини до 36,83 %, кількості листків – до 26,65 % і загальний вихід флавоноїдів з головки – до 38,82 %, загальний вміст вуглеводів у листках – до 13,52 %. Вміст N, P і K збільшувався при позакореновому внесенні біоактивних амінокислотних сполук.

Вплив біостимулятора розвитку кореневої системи Radifarm® на чорнобривці розлогі (*Tagetes patula* L.) засвідчило позитивний вплив на ріст і розвиток рослин після пересадки. Маса коренів чорнобривців і їх надземної частини, а також висота рослин були значно вищими в оброблених рослинах порівняно з необробленими. Крім того, за результатами обробки порівняно з контрольними рослинами було зареєстровано: значно більшу кількість листків, квіток і суцвіть; вищі концентрації N, P і K, особливо в надземній частині рослин. Застосування біостимулятора дозволило рослині подолати стрес, спричинений пересадкою та низькими температурами, що забезпечувало постійний ріст і розвиток чорнобривців [32].

Дослідження [33] щодо використання такого біостимулятора, як хітозан, на розторопші плямистій (*Silybum marianum* L.) засвідчило зменшення несприятливих ефектів від засолених ґрунтів, посилення росту рослин і покращення фізіологічних ознак. Застосування хітозану на 0,01 % підвищило хлорофіл *a* і загальний хлорофіл на 0,05 %, а також хлорофіл *b*. Найвища концентрація розчинних цукрів і проліну була досягнута при застосуванні хітозану на всіх рівнях солоності ґрунтів. Внесення хітозану у нормі 0,01 % та 0,05 % посилювало ферментативну активність та знижувало концентрацію  $H_2O_2$  у листі рослини. Результати показали, що хітозан може захищати рослини від сольового стресу шляхом модуляції внутрішньоклітинної концентрації іонів і підвищення активності антиоксидантних ферментів. Таким чином, середня концентрація хітозану як біостимулятора (0,01 % і 0,05 %) відіграла позитивну роль у зниженні засолення та посиленні росту розторопші.

Необхідно також відзначити дослідження впливу саліцилової кислоти на стійкість, показники якості та продуктивності розторопші плямистої в умовах посухового стресу [34]. В результаті визначено, що обприскування рослин саліциловою кислотою (1 мл) призвело до зниження осмотичної адаптації під час посухового стресу, підвищення вмісту антиоксидантних сполук у насінні та прискорення вегетативного росту, збільшення врожайності розторопші плямистої за рахунок зростання відносного вмісту води. За результатами [35] припущено, що застосування належних концентрацій саліцилової кислоти є ефективним засобом для покращення клітинного гомеостазу та росту рослин, які піддаються періодичним періодам посухи.

Використання штамів *Trichoderma* – *T. ovalisporum* (NFCCI2689) і *T. harzianum* (NFCCI 2241) на польовій м'яті (*Mentha arvensis* L.) засвідчило покращення вмісту ментолу та вихід олії за використання штаму NFCCI 2241 [36], тоді як застосування біостимуляторів CRADLE™, Mobilizer™ та Nanozim NXT™ сприяло метаболічним і фізіологічним реакціям, таких як водний потенціал листя, газообмін, накопичення проліну та відносний вміст води у стресових сходах м'яті довголистої (*Mentha longifolia* L.) [37]. Застосування саліцилової кислоти стимулювало олійні компоненти м'яті перцевої (*Mentha piperita* L.) порівняно з контрольними рослинами, зокрема ментол, ментон, метилацетат і 1,8-цинеол [38]. Використання хітозану, лимонної кислоти та гумінової кислоти на тих самих видах м'яті підвищило суху вагу стебла та листя [39, 40]. Комбіноване застосування арбускулярних мікоризних грибів з хітозаном позитивно вплинуло на вторинні метаболіти та суху рослинну масу м'яті перцевої [41, 42].

Доцільно також відзначити проведені польові експерименти [43] щодо оцінки впливу двох способів екстракції (водної екстракції з морських водоростей (*Pterocladia capillacea* SG Gmelin) і водної екстракції за допомогою ультразвуку) у трьох концентраціях (5 %, 10 % і 15 %) на ріст, урожайність, мінерали та антиоксиданти мальви протягом двох періодів.

В результаті найкращі показники було зафіксовано після обробки 10 % водною екстракцією з морських водоростей на: вміст хлорофілу «а»; рівень загальної антиоксидантної здатності, загальної кількості фенолів і загальної кількості флавоноїдів; прискорений ріст, урожайність, вміст мінералів і антиоксидантів.

## Висновки

Задачею представленого огляду є аналіз сучасного стану впливу регуляторів росту та біостимуляторів на лікарські рослини задля покращення їх якості, збільшення врожайності та протидію стресовим умовам.

Визначено переваги використання регуляторів росту рослин, що містять різноманітні органічні та неорганічні сполуки, допомагають стимулювати та регулювати метаболізм рослин, сприяючи швидшому росту, міцнішим стеблам і загалом більш здоровим рослинам. Біостимулятори також позитивно впливають на ріст і розвиток різних лікарських рослин, підвищують стійкість до параметрів біотичного та абіотичного стресу, покращують якість і врожайність лікарських рослин.

Розкрито вплив гумінових кислот на збільшення врожайності календули лікарської та більш ранне цвітіння, а використання Kadostim і Humiforte сприяло підвищенню загальної кількості флавоноїдів і вуглеводних компонентів у листі рослини, P, K і N. Визначено підвищення поживного статусу рослин чорнобривців розлогих завдяки Radifarm®, а також збільшення кількості листя, квіток і бутонів, концентрації N, P і K в надземній частині рослин. Означено переваги застосування хітозану на розторопші плямистій, що зменшило несприятливі наслідки сольового стресу, стимулювало активність ферментів і антиоксидантів. За використання саліцилової кислота відбулося зниження осмотичної адаптації під час посухового стресу, підвищення вмісту антиоксидантних сполук у насінні цієї рослини, прискорення вегетативного росту та врожайності. Визначено наслідки застосування на різних видах м'яті: штаму *T. harzianum* – покращення вмісту ментолу та вихід олії; CRADLE™, Mobilizer™ та Nanozim NXT™ – сприяння метаболічним та фізіологічним реакціям; саліцилової кислоти – стимулювання олійних компонентів (ментол, ментон, метилацетат і 1,8-цинеол); хітозану, лимонної кислоти та гумінової кислоти – підвищення сухої ваги стебла та листя; арбускулярних мікоризних грибів з хітозаном – позитивний вплив на вторинні метаболіти та суху рослинну масу. Доведено доцільність використання 10 % водної екстракції з морських водоростей на ріст, урожайність, вміст мінералів і антиоксиданти мальви.

## Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

- Kandeel, A. (1991). Influence of soil and foliar nutrition on growth and volatile oil content of parsley (*Petroselinum crispum* Mill). *Annals of Agricultural Sciences*, 36, 155–162.
- Gianfagna, T. (1995). Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. *Plant Hormones*, 751–773. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-0473-9\\_34](https://doi.org/10.1007/978-94-011-0473-9_34)
- Scacchi, E., Osmont, K. S., Beuchat, J., Salinas, P., Navarrete-Gómez, M., Trigueros, M., Ferrándiz, C., & Hardtke, C. S. (2009). Dynamic, auxin-responsive plasma membrane-to-nucleus movement of Arabidopsis BRX. *Development*, 136 (12), 2059–2067. <https://doi.org/10.1242/dev.035444>
- Gupta, S., & Chaturvedi, P. (Eds.). (2022). Commercial scale tissue culture for horticulture and plantation crops. *Springer Nature Singapore*. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-0055-6>
- Rademacher, W. (2015). Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production. *Journal of Plant Growth Regulation*, 34 (4), 845–872. <https://doi.org/10.1007/s00344-015-9541-6>
- Sun, W., Shahrajabian, M. H., Petropoulos, S. A., & Shahrajabian, N. (2023). Developing Sustainable agriculture systems in medicinal and aromatic plant production by using chitosan and chitin-based biostimulants. *Plants*, 12 (13), 2469. <https://doi.org/10.3390/plants12132469>
- Shahrajabian, M. H., Chaski, C., Polyzos, N., Tzortzakis, N., & Petropoulos, S. A. (2021). Sustainable agriculture systems in vegetable production using chitin and chitosan as plant biostimulants. *Biomolecules*, 11 (6), 819. <https://doi.org/10.3390/biom11060819>
- Shahrajabian, M. H., & Sun, W. (2022). Sustainable Approaches to boost yield and chemical constituents of aromatic and medicinal plants by application of biostimulants. *Recent Advances in Food, Nutrition & Agriculture*, 13 (2), 72–92. <https://doi.org/10.2174/2772574x13666221004151822>
- Shahrajabian, M. H., Cheng, Q., & Sun, W. (2023). Using Bacteria and fungi as plant biostimulants for sustainable agricultural production systems. *Recent Patents on Biotechnology*, 17 (3), 206–244. <https://doi.org/10.2174/1872208316666220513093021>
- Shahrajabian, M. H., Petropoulos, S. A., & Sun, W. (2023). Survey of the Influences of microbial biostimulants on horticultural crops: case studies and successful paradigms. *Horticulturae*, 9 (2), 193. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020193>
- Colla, G., & Roupshael, Y. (2015). Biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.10.044>
- Gupta, S., Kulkarni, M. G., White, J. F., Stirk, W. A., Papenfus, H. B., Doležal, K., Ördög, V., Norrie, J., Critchley, A. T., & Van Staden, J. (2021). Categories of various plant biostimulants – mode of application and shelf-life. *Biostimulants for Crops from Seed Germination to Plant Development*, 1–60. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-823048-0.00018-6>
- Roupshael, Y., & Colla, G. (2018). Synergistic biostimulatory action: designing the next generation of plant biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01655>
- The European Biostimulants Industry Council (EBIC). (2020). Retrieved from: <https://biostimulants.eu>
- Amjad Bashir, M., Rehim, A., Raza, Q.-U.-A., Muhammad Ali Raza, H., Zhai, L., Liu, H., & Wang, H. (2021). Biostimulants as plant growth stimulators in modernized agriculture and environmental sustainability. *Technology in Agriculture*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.98295>
- Korotkova, I. V., Gorobets, M. V., & Chaika, T. O. (2021). Influence of growth stimulants on productivity of spring barley varieties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 20–30. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.02>
- Korotkova, I. V., Chaika, T. O., Romashko, T. P., Chetveryk, O. O., Rybalchenko, A. M., & Barabolia, O. V. (2023). Emmer wheat productivity formation depending on pre-sowing seed treatment method in organic and traditional technology cultivation. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14 (1), 41–47. <https://doi.org/10.15421/022307>
- Biostimulants for Crops from Seed Germination to Plant Development*. (2021). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/c2019-0-05281-8>
- Kisvarga, S., Farkas, D., Boronkay, G., Neményi, A., & Orlóci, L. (2022). Effects of biostimulants in horticulture, with emphasis on ornamental plant production. *Agronomy*, 12 (5), 1043. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051043>
- Chaika, T. O. (2016). Ekološko-ekonomični peredumovy vyroshchuvannya likarskykh roslyn za orhanichnymy standartamy. *Likarske roslynnytstvo: vid dosvidu mynuloho do novitnikh tekhnologii: materialy piatoj Mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi internet-konferentsii*. Poltava: RVV PDAA. Retrieved from: <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/4697> [in Ukrainian]
- Chaika, T. O. (2013). Environmental consequences of traditional agriculture. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 95–99. <https://doi.org/10.31210/visnyk2013.03.18>
- Śmiglak-Krajewska, M., & Wojciechowska-Solis, J. (2021). Consumer versus organic products in the COVID-19 pandemic: opportunities and barriers to market development. *Energies*, 14 (17), 5566. <https://doi.org/10.3390/en14175566>
- Brata, A. M., Chereji, A. I., Brata, V. D., Morna, A. A., Tirpe, O. P., Popa, A., Arion, F. H., Banzski, L. I., Chereji, I., Popa, D., & Muresan, I. C. (2022). Consumers' Perception towards organic products before and after the COVID-19 Pandemic: a case study in bihor county, Romania. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (19), 12712. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912712>
- Wang, H., Ma, B., Cudjoe, D., Bai, R., & Farrukh, M. (2021). How does perceived severity of COVID-19 influence purchase intention of organic food? *British Food Journal*, 124 (11), 3353–3367. <https://doi.org/10.1108/bfj-06-2021-0701>
- Kleemann, L., Abdulai, A., & Buss, M. (2014). Certification and access to export markets: adoption and return on investment of organic-certified pineapple farming in Ghana. *World Development*, 64, 79–92. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.05.005>
- Mook, A., & Overdeest, C. (2021). What drives market construction for fair trade, organic, and Global GAP certification in the global citrus value chain? Evidence at the importer level in the Netherlands and the United States. *Business Strategy and the Environment*, 30 (7), 2996–3008. <https://doi.org/10.1002/bse.2784>
- Global biostimulants market analysis, drivers, restraints, opportunities, threats, trends, applications, and growth forecast to 2027 (2022). Retrieved from: <https://marketresearch.biz/report/biostimulants-market>
- Plant growth regulators market global forecast to 2028: Rise in resistance development in certain pest and insect species to drive market (2023). Retrieved from: <https://www.globenews-wire.com/fr/news-release/2023/03/24/2633860/0/en/Plant-Growth-Regulators-Global-Market-to-2028-Rise-in-Resistance-Development-in-Certain-Pest-and-Insect-Species-to-Drive-Market.html>
- Gupta, S., Bhattacharyya, P., Kulkarni, M. G., & Doležal, K. (2023). Editorial: Growth regulators and biostimulants: upcoming opportunities. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1209499>
- Russo, R., Poincelot, R. P., & Berlyn, G. P. (1993). The use of a commercial organic biostimulant for improved production of marigold cultivars. *Journal of Home & Consumer Horticulture*, 1 (1), 83–93. [https://doi.org/10.1300/j280v01n01\\_05](https://doi.org/10.1300/j280v01n01_05)
- Rafiee, H., Mehrafarin, A., Qaderi, A., Kalate Jari, S., & Naghdi Badi, H. (2013). Phytochemical, agronomical and morphological responses of pot Marigold (*Calendula officinalis* L.) to foliar application of bio-stimulators (Bioactive amino acid compounds). *Journal of Medicinal Plants*, 12 (47), 48–61.
- Zeljko, S., Paradikovic, N., Vinkovic, T., Tkalec, M., Maksimovic, I., & Haramija, J. (2013). Nutrient status, growth and proline concentration of French marigold (*Tagetes patula* L.) as affected by biostimulant treatment. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11 (3&4), 2324–2327.
- Safikhani, S., Khoshbakht, K., Chaichi, M. R., Amini, A., & Motesharezadeh, B. (2018). Role of chitosan on the growth, physiological parameters and enzymatic activity of milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) in a pot experiment. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 10, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2018.06.002>
- Estaji, A., & Niknam, F. (2020). Foliar salicylic acid spraying effect on growth, seed oil content, and physiology of drought-stressed *Silybum marianum* L. plant. *Agricultural Water Management*, 234, 106116. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106116>
- Brito, C., Dinis, L.-T., Ferreira, H., Coutinho, J., Moutinho-Pereira, J., & Correia, C. M. (2019). Salicylic acid increases drought adaptability of young olive trees by changes on redox status and ionome. *Plant Physiology and Biochemistry*, 141, 315–324. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.06.011>

36. Ratnakumari, R., Nagamani, A., Sarojini, C. K., & Adinarayana, G. (2014). Effect of *Trichoderma* species on yield of *Mentha arvensis* L. *International Journal of Advanced Research*, 2, 864–867. <https://doi.org/10.13140/2.1.2485.0567>
37. Elansary, H. O., Mahmoud, E. A., El-Ansary, D. O., & Mattar, M. A. (2019). Effects of water stress and modern biostimulants on growth and quality characteristics of mint. *Agronomy*, 10 (1), 6. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010006>
38. Saharkhiz, M. J., & Goudarzi, T. (2014). Foliar application of salicylic acid changes essential oil content and chemical compositions of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17 (3), 435–440. <https://doi.org/10.1080/0972060x.2014.892839>
39. Santoro, M. V., Cappellari, L. R., Giordano, W., & Banchio, E. (2015). Plant growth-promoting effects of native *Pseudomonas* strains on *Mentha piperita* (peppermint): an in vitro study. *Plant Biology*, 17 (6), 1218–1226. <https://doi.org/10.1111/plb.12351>
40. Shahabivan, S., Padash, A., Aghaee, A., Nasiri, Y., & Fathi Rezaei, P. (2018). Plant biostimulants (Funnleriformis mosseae and humic substances) rather than chemical fertilizer improved biochemical responses in peppermint. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 8, 2333–2344.
41. Caruso, G., De Pascale, S., Cozzolino, E., Giordano, M., El-Nakhel, C., Cuciniello, A., Cenvinzo, V., Colla, G., & Roupphael, Y. (2019). Protein hydrolysate or plant extract-based biostimulants enhanced yield and quality performances of greenhouse perennial wall rocket grown in different seasons. *Plants*, 8 (7), 208. <https://doi.org/10.3390/plants8070208>
42. Goudarzian, A., Pirbalouti, A. G., & Hossaynzadeh, M. (2020). menthol, balance of menthol/menthone, and essential oil contents of *Mentha Piperita* L. under foliar-applied chitosan and inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 23 (5), 1012–1021. <https://doi.org/10.1080/0972060x.2020.1828177>
43. Ashour, M., El-Shafei, A. A., Khairy, H. M., Abd-Elkader, D. Y., Mattar, M. A., Alataway, A., & Hassan, S. M. (2020). Effect of pterocladia capillacea seaweed extracts on growth parameters and biochemical constituents of Jew's Mallow. *Agronomy*, 10 (3), 420. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030420>

#### ORCID

- V. Onipko  <https://orcid.org/0000-0002-2260-971X>
- V. Voropina  <https://orcid.org/0000-0002-2648-6147>
- O. Kalashnik  <https://orcid.org/0009-0005-0185-4475>



2023 Onipko V. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## The formation of grain quality in varieties and winter wheat selection lines depending on the phase of forced winter dormancy or its absence

V. Tyshchenko | O. Kobylynska 

### Article info

**Citation:** Tyshchenko, V., & Kobylynska, O. (2023). The formation of grain quality in varieties and winter wheat selection lines depending on the phase of forced winter dormancy or its absence. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 47–51. doi: 10.31210/spi2023.26.03.09

### Correspondence Author

O. Kobylynska

E-mail:

[fanny1111@ukr.net](mailto:fanny1111@ukr.net)

Poltava State Agrarian  
University,  
1/3, Skovorody Str.,  
Poltava, 36003,  
Ukraine

Wheat is the most valuable and widespread grain food crop. Its value is determined, first of all, by a high nutritional value of grain. It contains protein and gluten, which determine its food, technological, and commercial advantages. Therefore, the problem of increase and stability in producing high-quality winter wheat grain has been and remains topical. The content of protein and gluten in winter wheat grain varies within wide limits depending on growing conditions. They are affected by a number of factors: geographical, soil and climatic conditions, weather conditions of the current year, preceding crops, application of nitrogen fertilizers, sowing time and seeding rate, soil tillage, fighting weeds and pests, harvesting time, after harvest ripening. The difficulty in solving the problem of winter wheat grain quality consists in the fact that its indicators considerably depend on climatic peculiarities of the region and weather conditions of the year. The study was conducted to determine qualitative indicators of varieties and selection lines of soft winter wheat and the impact of winter exogenous dormancy phase or its absence on the formation of protein and gluten content. The investigations were held during 2018–2021 in the experimental field of Poltava State Agrarian University (PSAU) and laboratory conditions. The varieties and selection lines of soft winter wheat bred in PSAU as well as the varieties of other selection establishments were the materials for the study. The direct dependence of grain quality of soft winter wheat varieties and selection lines on the phase of winter exogenous dormancy was observed, as it is formed depending on morpho-type peculiarities, the time of winter entering, and the time of spring re-vegetation. During the year without the phase of winter exogenous dormancy (2020), the tendency to decreasing grain qualitative indicators – protein and gluten – was observed. The obtained results are important in the selection process and can be used in producing and cultivating soft winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.).

**Keywords:** winter wheat, grain quality, the phase of forced winter dormancy, protein, gluten.

## Формування якості зерна у сортів та селекційних ліній пшениці озимої в залежності від фази вимушеного зимового спокою або її відсутності

В. М. Тищенко | О. М. Кобилянська

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава,  
Україна

Пшениця – найцінніша і найбільш розповсюджена зернова продовольча культура. Цінність її визначається перш за все високою поживністю зерна. В ньому міститься білок і клейковина, що визначають його харчові, технологічні та товарні переваги. Тому проблема підвищення та стабільності виробництва високоякісного зерна пшениці озимої була і залишається актуальною. Вміст білка і вміст клейковини в зерні пшениці озимої змінюється в досить широких межах залежно від умов вирощування. На це впливає цілий ряд факторів: географічні та ґрунтово-кліматичні умови, погодні умови поточного року, попередники, застосування азотних добрив, строки сівби та норми висіву, обробіток ґрунту, боротьба з бур'янами та шкідниками, строки збирання, післязбиральне дозрівання. Складність вирішення проблеми якості зерна пшениці озимої полягає в тому, що його показники в значній мірі залежить від кліматичних особливостей регіону і погодних умов року. Проведено дослідження щодо визначення якісних показників сортів та селекційних ліній пшениці м'якої озимої та вплив фази вимушеного зимового спокою або її відсутності на формування вмісту білка та клейковини. Дослідження проводилися протягом 2018–2021 рр. на дослідному полі Полтавського державного аграрного університету та у лабораторних умовах. Матеріалами дослідження були сорти та селекційні лінії пшениці м'якої озимої ПДАУ, а також сорти інших селекційних установ. Спостерігалася пряма залежність якості зерна сортів та селекційних ліній пшениці м'якої озимої від фази вимушеного зимового спокою, оскільки вона формується залежно від особливостей морфотипу, часу відходу у зиму та часу відновлення весняної вегетації. У рік без фази вимушеного зимового спокою (2020 р.) спостерігалася тенденція зменшення якісних показників зерна – білка і клейковини. Отримані результати досліджень є важливими в селекційному процесі та можуть бути використані у виробництві при вирощуванні сортів пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) озимої.

**Ключові слова:** пшениця озима, якість зерна, фаза вимушеного зимового спокою, білок, клейковина.

**Бібліографічний опис для цитування:** Тищенко В. М., Кобилянська О. М. Формування якості зерна у сортів та селекційних ліній пшениці озимої в залежності від фази вимушеного зимового спокою або її відсутності. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 47–51.

## Вступ

Пшениця є основною хлібною культурою. Більше третини населення земної кулі харчується нею [1]. В Україні пшениця озима є головною продовольчою культурою [2, 3]. Основне призначення її – забезпечення людей хлібом і хлібобулочними виробами, крім того, пшениця широко використовують для виробництва кондитерських та макаронних виробів, а також різноманітних круп [4, 5]. Велика цінність пшеничного хліба визначається сприятливим хімічним складом зерна. Серед зернових культур воно найбагатше на білки [6, 7]. Тому провідна роль у визначенні хлібопекарської якості борошна належить саме білкам. Вміст їх у зерні м'якої пшениці становить в середньому 13–15% і залежить від сорту та умов вирощування [8]. В зерні пшениці міститься клейковина – білковий комплекс та адсорбований ним крохмаль, клітковина та інші речовини, які утворюють дрібнопористу структуру, що утримує вуглекислий газ, який виділяється в процесі бродіння тіста. Клейковина складається переважно із запасних білків – гліадинів і глютенінів, які називають клейковино-творними білками [9, 10].

Вміст клейковини і її якість визначають фізичні властивості тіста і хлібопекарські якості борошна. Вона підвищує харчову цінність борошна, покращує якість тіста (воно менше розріджується, краще підходить) і якість хліба [11, 12].

На протязі останніх років спостерігається зміна клімату з тенденціями потепління. Це значною мірою відображається на вирощуванні пшениці озимої, оскільки внаслідок своєї природи вона охоплює всі пори року [13–15]. Ймовірно є те, що відсутність фази вимушеного зимового спокою у рослин пшениці озимої буде значно частішою і це істотно впливатиме на якість зерна [16, 17]. Вміст білка і клейковини залежить від біотичних і абіотичних чинників [18, 19].

У 2020 році, в центральній частині України, в зимовий період пшениця озима не вступала у фазу зимового спокою і вегетувала на протязі всього зимового періоду. Для багатьох регіонів України це дуже рідке явище, яке зустрічається у природі один раз в 70–100 років.

У селекційному центрі ПДАУ на протязі майже 30 років проводяться дослідження, у спеціальному досліді за строками сівби, по вивченню рівня формування та мінливості кількісних ознак у сортів і селекційних ліній пшениці озимої залежно від часу відновлення весняної вегетації. Досліди спрямовані на вивчення впливу часу відновлення весняної вегетації на проведення доборів на ранніх етапах селекції, на формування врожайності та якості зерна, стійкості до вилягання та пошкодження шкідниками і ураження хворобами.

У 2020 році, коли в зимовий період пшениця озима не вступала у фазу зимового спокою, ми провели дослід за строками сівби, рівень формування та мінливості кількісних ознак пшениці озимої. Особливо ретельно було вивчено питання формування якості зерна. Ми вважаємо, що дана інформація може бути ефективною при доборах на ранніх етапах селекції для прискорення і

розвантаження селекційного процесу зимуючої культури пшениці озимої в просторі і часі. На основі проведених досліджень, на протязі багатьох років, було визначено вплив на якісні показники зерна пшениці озимої фази вимушеного зимового спокою, а при її відсутності, як це склалося в умовах нашого регіону в 2020 році, дослідів за строками сівби не проводилось це в той час коли пшениця озима вегетувала на протязі всього зимового періоду. Тому в 2020 році випала така нагода дослідити рівень формування і мінливості показників якості зерна. В досліді вивчалось велике різноманіття генетичного матеріалу, який вирощувався за строками сівби – ранній, оптимальний та пізній. Вважаємо, що оцінка впливу відсутності фази вимушеного зимового спокою на якісні параметри сортів пшениці озимої, які створені в умовах вимушеного зимового спокою і які вирощуються на великих площах центральної і північної частин України, є дуже актуальною. Проведені дослідження допоможуть охарактеризувати і порівняти формування якісних показників зерна пшениці озимої в роки, коли рослини мали фазу вимушеного зимового спокою з роком, коли ця фаза була відсутня. Крім того, ця інформація край необхідна при веденні селекційного процесу на якість зерна, особливо на ранніх етапах селекції.

## Мета дослідження

Мета дослідження полягає у визначенні впливу на якісні показники зерна пшениці озимої фази вимушеного зимового спокою або її відсутності.

*Завдання дослідження:* дослідити та провести порівняльний аналіз показників якості зерна (вміст білка та клейковини) сортів та селекційних ліній пшениці озимої за строками сівби.

## Матеріали і методи

Досліди проводили упродовж 2018–2022 рр. на дослідному полі, а також лабораторних умовах Полтавського державного аграрного університету. В досліді використовували сорти та константні селекційні лінії пшениці озимої селекційного центру Полтавського державного аграрного університету, а також сорти інших селекційних установ нашої держави і різних країн світу, які щорічно отримуємо з центру генетичних ресурсів України [20, 21]. Рівень формування і мінливість якісних параметрів пшениці озимої (вміст білка та клейковини) визначали експрес-методом на приладі «Інфраскан –105».

## Результати та їх обговорення

У досліді, в рік коли була відсутня фаза вимушеного зимового спокою, на великій вибірці сортів пшениці озимої різного географічного походження, нами були визначені деякі якісні параметри сортів та селекційних ліній (вміст білка, клейковини) і було дуже цікаво дослідити, як впливає фаза вимушеного зимового спокою або її відсутність на формування якості зерна. Якщо розглядати досліді з фазою вимушеного зимового спокою, які були



проведені на протязі довготривалого періоду часу, то проглядається загальна закономірність, що якість зерна знаходиться в прямій залежності від фази вимушеного зимового спокою і формується вона залежно, як від генетичних особливостей морфотипу, так і від часу відходу в зиму зимуючої культури і також від часу відновлення її весняної вегетації [22]. В попередніх довготривалих дослідженнях нами встановлено, що в генотипах зимуючих культур закріплені і чітко проявляються в поколіннях такі ознаки як – реакція сорту на фотоперіодичну чутливість (ФПЧ) і тривалість періоду яровизації (ТПЯ). Ці дві ознаки і визначають норму реакції морфотипів пшениці озимої осінньо-зимових і весняно-літніх кліматичних умов і безумовно впливають на формування якості зерна.

Нами були досліджені показники якості зерна (вміст білка і клейковини) великої кількості морфотипів пшениці озимої за строками сівби (ранній строк сівби – 1 вересня; оптимальний строк сівби – 15 вересня і пізній строк сівби – 1 жовтня) в рік, коли стабільно спостерігалась фаза вимушеного зимового спокою (2018 р.) і в рік, коли не спостерігалось фази вимушеного зимового спокою (2020 р.). В досліді був проведений порівняльний аналіз показників якості зерна, за строками сівби, по двох роках (2018 р., 2020 р.) на великій вибірці сортів та селекційних ліній. В рік (2020 р.), коли не спостерігалась фаза вимушеного зимового спокою, та в рік (2018 р.), коли була відмічена фаза зимового спокою (три строки сівби).

В досліді 2018 року рівень формування білка, за строками сівби, був майже на одному рівні –  $14,1 \pm 0,1$  %. Така особливість спостерігалась і по рівню формуванню клейковини за строками сівби (табл. 1). Тобто, велика вибірка генетичного матеріалу (323 генотипи) майже однаково реагувала на умови середовища, в рік коли спостерігалася фаза вимушеного зимового спокою.

**Таблиця 1**

Рівень формування і мінливість показників якості зерна сортів та селекційних ліній пшениці м'якої озимої за строками сівби (з фазою вимушеного зимового спокою 2018 року)

Показники якості зерна		СП-1	СП-2	СП-3
Вміст білка	$\bar{x}$	14,0±0,1	14,1±0,1	14,1±0,1
	LV	12,0-15,6	12,5-15,5	12,4-15,3
	CV %	5,2	4,9	4,2
Вміст клейковини	$\bar{x}$	25,7±0,2	25,8±0,2	25,8±0,2
	LV	20,1-29,6	20,7-29,6	22,2-28,6
	CV %	7,2	7,1	5,9

У 2020 році (БФВЗС), без фази вимушеного зимового спокою на великій вибірці (294 генотипів), в досліді за строками сівби, також не відмічено особливої різниці в рівні формування якості зерна – білка і клейковини (табл. 2). Встановлено, що незалежно від того, в який час здійснювалася сівба в осінній період (ранній строк сівби – 1 вересня; оптимальний строк сівби – 15 вересня і пізній строк сівби – 1 жовтня) в цілому по загальному масиву рівень формування білка (табл. 1) становив: (СП-1) –

$13,4 \pm 0,1$ ; (СП-2) –  $13,9 \pm 0,1$ ; (СП-3) –  $14,1 \pm 1,0$ , з генетичним коефіцієнтом варіації (CV%) відповідно: (СП-1) – 8,8 %; (СП-2) – 7,5 %; (СП-3) – 7,3 %.

Відмічена така закономірність, що в рік без фази вимушеного зимового спокою генетичні коефіцієнти варіації (CV%) по білку і клейковині, які відображають, на великій вибірці, розкид значень навколо середньої арифметичної, зменшуються (табл. 1), а в рік, коли спостерігається фаза вимушеного зимового спокою, збільшуються (табл. 2).

**Таблиця 2**

Рівень формування і мінливість показників якості зерна сортів та селекційних ліній пшениці м'якої озимої за строками сівби (без фази вимушеного зимового спокою 2020 року)

Показники якості зерна		СП-1	СП-2	СП-3
Вміст білка	$\bar{x}$	13,4±0,1	13,9±0,1	14,0±0,1
	LV	10,8-20,2	11,3-19,5	11,6-19,2
	CV %	8,8	7,5	7,3
Вміст клейковини	$\bar{x}$	24,3±0,3	25,4±0,2	26,2±0,2
	LV	18,4-41,2	18,4-39,6	20,2-39,3
	CV %	12,0	10,2	9,6

Якщо без фази зимового спокою (табл. 2) CV % формувалася, за строками сівби від 7,3 % (СП-3) до 8,8 % (СП-1), то з фазою зимового спокою генетичний коефіцієнт варіації був на рівні від 4,2 % до 5,2 %.

Що стосується мінімального (min) і максимального (max) рівня формування ознаки білка, в рік без фази вимушеного зимового спокою, то вона становила на досліджених генотипах і строках сівби (СП-1) – min 10,8 % – СЛ-F15 (Еритроспермум 912 / 86×Альбатрос одеський)×Станична); (СП-2) – min 11,3 % – СЛ-F15 (Еритроспермум 912 / 86×Альбатрос одеський)×Станична); (СП-3) – min 11,6 % СЛ-F15 (Еритроспермум 912 / 86×Альбатрос одеський) × Станична). Максимальне значення (max), як у першому так і другому і третьому строках сівби було на одному рівні і становило (19,2 % – 20,2 %), а кращим сортом пшениці озимої по вмісту білка в досліді відмічений сорт пшениці озимої Шарада який за строками сівби стабільно утримував високий рівень білка (СП-1) – 20,2 % (сорт Шарада); (СП-2) – 19,5 % (сорт Шарада); (СП-3) – 19,2 % (сорт Шарада).

До завдання експерименту входило, також дослідити рівень формування і мінливість показників якості зерна у сортів та секційних ліній пшениці м'якої озимої (табл. 3), за більш довготривалий період за роками досліджень (2018–2021 рр.).

**Таблиця 3**

Рівень формування і мінливість показників якості зерна у сортів та секційних ліній пшениці м'якої озимої за роками досліджень (2018–2021 рр.)

Показники якості зерна		2018	2019	2020	2021
Вміст білка	$\bar{x}$	14,1±0,1	14,7±0,1	13,8±0,1	15,4±0,1
	LV	12,0-15,6	12,8-18,4	13,2-18,9	13,2-18,9
	CV %	4,8	6,4	7,9	6,4
Вміст клейковини	$\bar{x}$	25,7±0,2	28,4±0,2	25,3±0,2	29,6±0,3
	LV	20,1-29,6	24,4-37,7	18,4-41,2	22,9-38,6
	CV %	7,2	8,0	11,6	8,8

Слід відмітити, що в роки досліджень (2018–2021 рр.) генетична варіація (CV%) за вмістом клейковини (табл.3) варіювала і становила – 2018 р. – (CV% = 7,2); 2019 р. – (CV% = 8,0); 2020 р. – (CV% = 11,6); 2021 р. – (CV% = 8,8). Встановлено, що найбільше коливання генетичної варіації спостерігалось в рік, коли була відсутня фаза вимушеного зимового спокою (2020 р.).

За вмістом клейковини, за даними загального масиву, за кожним строком сівби, в рік без фази вимушеного зимового спокою, рівень формування клейковини був майже на одному рівні від 24,3±0,3 (СП-1) до 26,2±0,2 (СП-3). У той час, в дослідях інших років (2018 р., 2019 р., 2021 р.), коли спостерігалась фаза вимушеного зимового спокою, клейковина по досліді по загальному масиву формувалась від 28,4±0,2 (2019 р.) до 29,6±0,3 (2021 р.). Тобто, рівень цього показника підвищувався, вочевидь, за рахунок окремих генотипів, які мали підвищену генетичну основу рівня формування клейковини.

## Висновки

Таким чином, на підставі проведених досліджень, на протязі багатьох років, за рівнем формування і мінливістю показників якості зерна, на великій вибірці різноманітного генетичного матеріалу пшениці озимої, в роки без фази вимушеного зимового спокою і з фазою зимового спокою встановлено, що спостерігається тенденція зменшення якісних параметрів зерна – білка (13,8±0,1) і клейковини (25,3±0,2) в роки, коли не спостерігається фаза вимушеного зимового спокою.

Відмічена така закономірність, що в рік без фази вимушеного зимового спокою генетичні коефіцієнти варіації (CV %) по білку (7,9 %) і клейковині (11,6 %), які відображають, на великій вибірці, розкид значень навколо середньої арифметичної збільшуються, а в рік, коли спостерігається фаза вимушеного зимового спокою зменшуються (білок 4,8–6,4%, клейковина 7,2–8,8%). Ці висновки можуть бути використані як в технології селекційного процесу на адаптивні властивості селекційного матеріалу так і у виробництві при вирощуванні сортів пшениці озимої в різних регіонах України.

## Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

1. Lihochvor, V. V., & Petrichenko, V. F. (2006). *Suchasni intensivni tehnologiyi viroshuvannya osnovnih polovih kultur*. Lviv: NVF Ukrayinski tehnologiyi [in Ukrainian]
2. Ben-Ari, T., & Makowski, D. (2016). Analysis of the trade-off between high crop yield and low yield instability at the global scale. *Environmental Research Letters*, 11(10), 104005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/10/104005>
3. Rybalka, O. I. (2011). *Yakist pshenytsi ta yii polipshennia*. Kyiv: Lohos [in Ukrainian]
4. Lihochvor, V. V. (2004). *Roslinnictvo. Tehnologiyi viroshuvannya silskogospo-darskikh kultur. 2-ge vidannya, vipravlene*. Kyiv: Centr navchalnoyi literaturi [in Ukrainian]
5. Chaika, V. H., Nemenushcha, S. M., & Mamatov, M. O. (2011). Pidvyshchennia efektyvnosti zernovyrobnytstva pryskoreniam tempiv sortozaminy. *Zbirnyk Naukovykh Prats Selektino-Henetychnoho Instytutu – Natsionalnoho Tsentru Nasin-nieznavstva ta Sortovyvchennia*, 17(57), 68–75. [in Ukrainian]
6. Gawęda, D., & Haliniarz, M. (2021). Grain Yield and Quality of winter wheat depending on previous crop and tillage system. *Agriculture*, 11(2), 133. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020133>
7. Astakhova, Y. V. (2020). The quality of winterwheat grain depending on sowing time and fertilization. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 28–34. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.03>
8. Zhemela, H. P., Barabolia, O. V., Tatarko, Y. V., & Antonovskiy, O. V. (2020). The effect of variety peculiarities on winter wheat grain quality. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 32–39. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.03>
9. Kutsenko, O. M., Dmytryshak, M. Ya., & Liashenko, V. V. (2015). *Naiposhyrenishi silskohospodarski kultury Ukrainy. Zernovi kolosovi, bobovi. Bulboplody: Navchalnyi posibnyk*. Poltava: FOP Hovorov S. V. [in Ukrainian]
10. Barabolia, O. V., Tatarko, Y. V., & Antonovskiy, O. V. (2020). The influence of variety features of winter wheat grain on the quality of bakery properties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 21–27. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.02>
11. Hanhur, V. V., Sydorenko, A. V., & Bondar, P. I. (2010). Prynysyp vyznachennia prydatnosti sortu chyhibrydu dlia konkretnoho rehionu vyroshchuvannia. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 51–53. [in Ukrainian]
12. Chaika, T., & Barabolia, O. (2022). Impact of damage of winter grain wheat by the corn bug (*Eurygaster integriceps* Put.) On the crop and grain quality. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 135–141. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.16>
13. Ulich, L. I. (2007). Stroki sivbi pshenicy ozimoyi v umovah zmin klimatu. *Visnik Agrarnoyi Nauki*, 10, 26–29. [in Ukrainian]
14. Bazalii, V. V., Larchenko, O. V., Lavrynenko, Yu. O., & Bazalii, H. H. (2009). Adaptivnyi potentsial sortiv pshenytsi miakoi ozymoi zalezno vid umov vyroshchuvannia. *Faktyrnyy Eksperymentalnoi Evoliutsii Orhanizmv*, 6, 215–218. [in Ukrainian]
15. Chekalin, M. M., Tishenko, V. M., & Batashova, M. Ye. (2008). *Selekciya ta genetika okremih kultur: navchalnij posibnik*. Poltava: FOP Govorov S. V. [in Ukrainian]
16. Shakaliy, S. M., Bagan, A. V., Yurchenko, S. O., & Chetveryk O. O. (2021). Influence of predecessors on yield and grain quality of new winter durum wheat varieties. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 65–71. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.07>
17. Tyshchenko, V. M., Husenkova, O. V., & Shandyba, V. V. (2018). Level of formation, variability and genetic connections of size of sort and selection lines of winter wheat. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 31–34. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.04>
18. Onychko, T. O., & Sobko, M. H. (2015). Osoblyvosti formuvannya produktyvnosti tayakosti zerna suchasnykh sortiv pshenytsi ozymoi. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 3(29), 30–35. [in Ukrainian]
19. Hospodarenko, G. M., Cherno, O. D., Lubich, V. V., Ryabovol, Y. S., & Kryzhanivsky, V. G. (2020). Yield and baking properties of winter wheat grain at different doses and terms of nitrogen fertilizer application. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 21–31. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.02>

20. Medynets, V. D. (1997). *Novi znannia pro upravlinnia ontohenezom roslyn: naukovi pratsi*. Poltava [in Ukrainian]
21. Kryvoruchko, L. M., Batashova M. Ie., & Tyshchenko, V. M. (2020). Kharakterystyka sortiv ta selektsiinykh linii pshenytsi ozymoi selektsii PDAA za pokaznykamy yakosti zerna v stre-sovykh umovakh seredovyshcha. *Selektsiino-henetychna nauka i osvita, Pariievi chytannia: zbirnyk tez naukovykh ro-bit uchasnykiv Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Uman [in Ukrainian]
22. Tyshchenko, V. M., Husenkova, O. V., & Kryvoruchko, L. M. (2018). Formuvannia i minlyvist yakosti zerna sortiv ta sel-

ektsiinykh linii pshenytsi ozymoi v zalezhnosti vid roku vy-roshchuvannia ta strokiv sivby. *Suchasni tekhnolohii pidvyshchennia henetychnoho potentsialu roslyn: zbirnyk tez naukovykh robit uchasnykiv Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Kharkiv [in Ukrainian]

#### ORCID

V. Tyshchenko  <https://orcid.org/0000-0002-9885-5298>

O. Kobylynska  <https://orcid.org/0000-0001-8419-708X>



2023 Tyshchenko V. and Kobylynska O. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Influence of the fertilizer system on the biometric, productive and quality indicators of sunflower hybrids in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine

V. Totskyi<sup>1</sup> | V. Hanhur<sup>2</sup> | V. Onipko<sup>2</sup> | O. Mishchenko<sup>2</sup> | O. Kosminskyi<sup>2</sup> | I. Poliakov<sup>2</sup> | R. Motrych<sup>2</sup>

### Article info

#### Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

[volodimirganguur@gmail.com](mailto:volodimirganguur@gmail.com)

<sup>1</sup> Poltava State Agricultural Experimental Station named after M. I. Vavilov of Institute of Pig Breeding and agroindustrial production of NAAS, Shvedska St., 86, Poltava, 36014, Ukraine

<sup>2</sup> Poltava State Agrarian University, Skovoroda St., 1/3, Poltava, 36000, Ukraine

**Citation:** Totskyi, V., Hanhur, V., Onipko, V., Mishchenko, O., Kosminskyi, O., Poliakov, I., & Motrych, R. (2023). Influence of the fertilizer system on the biometric, productive and quality indicators of sunflower hybrids in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 52–57. doi: 10.31210/spi2023.26.03.10

Based on the results of two-year studies, the influence of technology elements on plant biometric indicators, the formation of productivity elements and qualitative indicators of sunflower hybrids of different maturity groups was determined. More favorable conditions for the growth of hybrids Kadet, Yarylo, Vyriy were created by applying mineral fertilizers with a dose of  $N_{12}P_{52}$  + foliar feeding of plants with urea (10 kg/ha) in the phase of 5–6 pairs of leaves. Compared to the control (without fertilizers), the height of the plants in the flowering phase on these variants increased from 10.0 to 16.0 cm. However, the area of the leaf surface on one plant was the largest with the application of mineral fertilizers with a dose of  $N_{32}P_{32}K_{32}$  + treatment of sunflower hybrid crops with urea (10 kg/ha) and amounted to 56.5 dm<sup>2</sup>, 50.2 dm<sup>2</sup>, 57.1 dm<sup>2</sup>, which is 14.1 dm<sup>2</sup>, 14.9 dm<sup>2</sup>, 17.9 dm<sup>2</sup> more compared to the option without fertilizers. Fertilizer application increased the diameter of the basket by 0.2–1.4 cm and the weight of 1000 pcs. of seeds by 0.4–5.0 g compared to the control (without fertilizers). The maximum yield of hybrids Kadet, Yarylo, Vyriy was obtained with the main application of mineral fertilizers with a dose of  $N_{32}P_{32}K_{32}$  and foliar feeding of plants with urea (10 kg/ha) – 3.14 t/ha, 2.47 t/ha, 3.19 t/ha, respectively. The increase compared to the control (without fertilizers) was 0.38 t/ha, 0.40 t/ha and 0.44 t/ha. When applying only a dose of  $N_{32}P_{32}K_{32}$  or feeding plants with potassium humate (0.4 l/ha) against the background of this dose, the yield of hybrids compared to the option without fertilizers increased by 0.28–0.40 t/ha. In case of application of  $N_{12}P_{52}$  mineral fertilizer and its combination with foliar feeding of plants with urea (10 kg/ha) or potassium humate (0.4 l/ha), the yield of hybrids decreased compared to the previous options. However, compared to the control (without fertilizers), the productivity indicators were higher – from 0.10 t/ha to 0.24 t/ha depending on the fertilizer option. The highest oil content in the seeds was formed in hybrids Kadet, Yarylo, Vyriy with the application of mineral fertilizers with a dose of  $N_{12}P_{52}$  + foliar fertilizing of plants with urea 10 kg/ha – 50.3 %, 50.5 %, 51.5 %, respectively. The highest rates of oil collection were, due to greater productivity, in the case of application of mineral fertilizers with a dose of  $N_{32}P_{32}K_{32}$  + foliar feeding of plants with urea 10 kg/ha – 1380 kg/ha, 1088 kg/ha and 1432 kg/ha, respectively, for hybrids. As a result of this agromeasure, this indicator was increased by 176 kg/ha in the Kadet hybrid, 179 kg/ha in the Yarylo hybrid, and 213 kg/ha in the Vyriy hybrid compared to the control (without fertilizers).

**Keywords:** sunflower, hybrid, mineral fertilizer, microfertilizers, indicators of growth and development, productivity, oil content.

## Вплив системи удобрення на біометричні, продуктивні та якісні показники гібридів соняшнику в умовах Лівобережного Лісостепу України

V. М. Тоцький<sup>1</sup> | В. В. Гангур<sup>2</sup> | В. В. Оніпко<sup>2</sup> | О. В. Міщенко<sup>2</sup> | О. О. Космінський<sup>2</sup> | І. А. Поляков<sup>2</sup> | Р. Ю. Мотрич<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція ім. М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН України, м. Полтава.

<sup>2</sup>Полтавський державний аграрний університет, Полтава, Україна

За результатами дворічних досліджень визначено вплив елементів технології на біометричні показники рослин, формування елементів продуктивності та якісних показників гібридів соняшнику різних груп стиглості. Більш сприятливі умови для росту гібридів Кадет, Ярило, Вирій були створені за внесення мінеральних добрив дозою  $N_{12}P_{52}$  + позакореневе підживлення рослин карбамідом (10 кг/га) у фазу 5–6 пар листків. Порівняно з контролем (без добрив) висота рослин у фазу цвітіння на цих варіантах збільшилася на 10–16 см. Однак, площа листової поверхні на одній рослині була найбільша за внесення мінеральних добрив дозою  $N_{32}P_{32}K_{32}$  + обробки посівів гібридів соняшнику карбамідом (10 кг/га) і склала у гібридів Кадет, Ярило, Вирій. На цьому ж варіанті удобрення одержано і максимальну врожайність гібридів Кадет (3,14 т/га), Ярило (2,47 т/га), Вирій (3,19 т/га). Приріст до контролю (без добрив) дорівнював, відповідно 0,38, 0,40 і 0,44 т/га. За внесення тільки дози  $N_{32}P_{32}K_{32}$  або підживлення рослин на цьому фоні препаратом Гумат калію (0,4 л/га), врожайність гібридів порівняно до варіанту без добрив збільшилася на 0,28–0,40 т/га. Внесення добрив сприяло збільшенню діаметра кошика на 0,2–1,4 см та маси 1000 шт. насінин на 0,4–5,0 г, порівняно з контролем. Найбільший вміст олії у насінні формувався у гібридів Кадет (50,3 %), Ярило (50,5 %), Вирій (51,5 %) за внесення мінеральних добрив дозою  $N_{12}P_{52}$  + позакореневого підживлення рослин карбамідом 10 кг/га. Найвищі показники збору олії, завдяки більшій урожайності, були у разі застосування мінеральних добрив дозою  $N_{32}P_{32}K_{32}$  + позакореневого підживлення рослин карбамідом 10 кг/га, відповідно за гібридами 1380, 1088 і 1432 кг/га. Вирощування соняшнику на вище зазначеному фоні мінерального живлення дозволило збільшити збір олії, порівняно варіанту без добрив, у гібриду Кадет на 176 кг/га, у гібриду Ярило – на 179 кг/га, у гібриду Вирій – на 213 кг/га.

**Ключові слова:** соняшник, гібрид, мінеральні добрива, мікродобрива, показники росту і розвитку, урожайність, вміст олії у насінні.

**Бібліографічний опис для цитування:** Тоцький В. М., Гангур В. В., Оніпко В. В., Міщенко О. В., Космінський О. О., Поляков І. А., Мотрич Р. Ю. Вплив системи удобрення на біометричні, продуктивні та якісні показники гібридів соняшнику в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 52–57.

## Вступ

Соняшник – культура інтенсивного мінерального живлення, а тому технологія його вирощування вимоглива до запасів поживних речовин в ґрунті, які можливо поповнити за рахунок внесення мінеральних добрив. Науково-обґрунтований підбір добрив, їх кількість, правильне співвідношення елементів живлення дають змогу створити найбільш сприятливі умови для вегетації культури. Дослідженнями встановлено, що майже у всіх товарних зонах вирощування соняшнику найбільш доцільно використовувати для підживлення азотно-фосфорні добрива. Внесення цих елементів мінерального живлення окремо не забезпечить одержання бажаного результату. Що стосується калію, то на чорноземних ґрунтах із підвищеним і високим його вмістом, внесення у вигляді мінеральних добрив не збільшує урожай. Використання калію доцільне на ґрунтах із низьким його вмістом. Фосфор сприяє збільшенню вмісту олії в насінні, а найбільша потреба рослин у ньому спостерігається на початку вегетаційного періоду. Внесення азотних добрив позитивно впливає на ріст рослин, формування крупних листків, стебел і кошиків. Однак, їх надлишок, може негативно позначитися на якості насіння, зокрема спостерігається підвищення вмісту білка і в разі зменшується олійність [1]. Також слід зазначити, що для отримання високих урожаїв соняшнику в системі удобрення потрібно застосовувати позакореневі підживлення мікродобривами у вигляді хелатів у фазі найбільшої потреби культури у елементах живлення. Цей технологічний прийом гарантовано забезпечує потребу рослин в мікроелементах у найбільш доступній формі, що стимулює коренеутворення, закладання повноцінного кошика, а також підвищення продуктивності [2]. Інтегроване управління поживними речовинами значно впливає на ріст, врожайність та олійність насіння соняшнику [3]. Внесення добрив сприяє збільшенню висоти рослин в середньому на 5–26 см. За оптимального забезпечення рослин соняшнику поживними речовинами вони спроможні формувати потужну площу листової поверхні, яка може становити біля 45–80 тис. м<sup>2</sup>/га. Результати польових експериментів свідчать, що максимальний розмір площі листової поверхні (48,5 тис. м<sup>2</sup>/га) утворювався за внесення мінеральних добрив у нормі N<sub>85</sub>P<sub>110</sub>K<sub>110</sub> [4]. У варіантах (N<sub>60</sub>P<sub>75</sub>K<sub>45</sub>) і (N<sub>115</sub>P<sub>15</sub>K<sub>120</sub>) даний показник збільшувався на 13,3 та 17,1 % відповідно [5]. За результатами досліджень одержаних в умовах південного Степу України площа листової поверхні поступово збільшується від 31,7 тис.м<sup>2</sup>/га на контролі без добрив до 40,1 тис.м<sup>2</sup>/га на фоні N<sub>30</sub>P<sub>45</sub> і позакореневого підживлення мікродобривом Хелафіт Комбі та до 45,8 тис.м<sup>2</sup>/га за внесення мінеральних добрив N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> + Хелафіт Комбі [6]. Мінеральні туки у поєднанні з комбінованими препаратами істотно впливали на площу листової поверхні та фотосинтетичний потенціал посівів [7]. За інтенсивних ростових процесів рослин соняшнику з оптимально сформованою асимілюючою поверхнею листків утворюються крупніші кошики з більшою кількістю квіток, що у підсумку забезпечує збільшення

врожайності. У попередніх дослідженнях Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова було встановлено, що внесення різних доз мінеральних добрив сприяло збільшенню діаметру кошиків гібридів на 0,7–1,4 см, порівняно із контролем (без добрив) [8]. Також відзначено, що використання мінеральних добрив у нормі N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> та на їх фоні ще й листового підживлення посівів біопрепаратами Органік-баланс 0,5 л/га + Ліпосам 0,5 л/га призвело до збільшення маси 1000 насінин гібридів на 2,9–4,8 г, порівняно із контролем [9–11].

За культивування соняшнику на фоні мінеральної системи удобрення відзначено збільшення урожайності культури на 0,27 т/га, а за органо-мінеральної – на 0,45 т/га. У разі поєднання органо-мінеральної системи удобрення із мікробним препаратом приріст урожайності насіння соняшнику становив 0,51 т/га [12]. Дослідженнями проведеними в умовах півдня України з'ясовано, що підживлення посівів соняшнику комплексними добривами сприяє підвищенню врожайності на 10,7–20,9 % та поліпшує якісні параметри насіння [13]. За внесення мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту в дозі N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> та використанні P<sub>15</sub> у рядки за сівби, а також прикореневого підживлення N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> посівів спостерігали тенденцію до збільшення урожайності насіння соняшнику, порівняно з іншими варіантами удобрення. Слід відзначити, що середньоранній гібрид Богун найбільшу урожайність (2,98 т/га), формував на варіанті P<sub>15</sub> (в рядки) + N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> (прикореневе підживлення). При цьому приріст урожайності, порівняно із варіантом без внесення добрив у підживлення дорівнював 0,55 т/га, або 22,6 % [14]. Використання в технології вирощування соняшника гібриду ПР 64Е83 та позакореневого підживлення рістрегулюючими препаратами Вимпел, Вимпел – К, а також мікродобривами Оракул мультикомплекс, Оракул коламін бор у фазу 2–3 та 5–6 пар листків дає змогу підвищити врожайність культури на 0,7 т/га (22,4 %) [15]. У разі застосування препарату Архітект дозою 2 л/га, у фазу 6–8 справжніх листків, у якому поєднано властивості морфорегулятора та фунгіцидний ефект, приріст урожайності порівняно з контрольним варіантом становив 11 % [16]. За проведення позакорневих підживлень препаратом Фреш Енергія (0,5 кг/га) у фазу 3–4 пари листків та Фреш Флорід (0,5 кг/га) у період бутонізації, урожайність насіння соняшнику збільшилася до 2,76–3,56 т/га, або на 8,3–39,3 % порівняно з контролем [17]. Добрива позитивно впливають на олійність насіння соняшнику. За роки досліджень олійність насіння на ділянках без добрив була у межах 44,5–45,2 %. За внесення 15 т/га гною спільно з мінеральними добривами олійність зросла до 45,3–48,6 %. Вихід олії на ділянках без добрив за гібридами коливався від 768 до 1134 кг/га, а у післядії добрив – від 947 до 1566 кг/га [18]. Застосування рістрегулюючих препаратів в північному Степу України сприяло зростанню олійності на 3–8 та 4–6 відсоткових пунктів відповідно [19].

Таким чином проведений аналіз джерел наукової літератури свідчить про істотну роль макро- та мікродобрив, стимуляторів росту в формуванні

врожайності та якості насіння соняшнику. Зважаючи на впровадження у виробництво нових гібридів соняшнику, сучасних мікродобрив, регуляторів росту рослин, нинішніх поглядів на використання мінеральних добрив актуальним є проведення досліджень із найбільш ефективного їх застосування в технології вирощування соняшнику.

### Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив системи удобрення на біометричні, продуктивні та якісні показники насіння гібридів соняшнику різних груп стиглості в умовах Лівобережного Лісостепу України.

*Завдання дослідження* – дослідити вплив системи удобрення на ріст, розвиток (висота рослин, площа листової поверхні у фазу цвітіння, розмір кошика у фазу фізіологічної стиглості), урожайність, масу 1000 насінин та олійність насіння гібридів соняшнику.

### Матеріали і методи

Дослідження проводили у 2021–2022 рр., на Полтавській державній сільськогосподарській дослідній станції ім. М. І. Вавилова ІС і АПВ НААН. У досліді висівали гібриди соняшнику: ранньостиглий Кадет, середньоранній Ярило, середньостиглий Вирій. Система удобрення включала наступні варіанти:

- 1)  $N_{32}P_{32}K_{32}$ ;
- 2)  $N_{32}P_{32}K_{32}$  + позакореневе підживлення рослин карбамідом (10 кг/га) у фазу 5–6 пар листків;
- 3)  $N_{32}P_{32}K_{32}$  + позакореневе підживлення рослин стимулятором Гумат калію (0,4 л/га) у фазу 5–6 пар листків;
- 4)  $N_{12}P_{52}$ ;
- 5)  $N_{12}P_{52}$  + позакореневе підживлення рослин стимулятором Гумат калію (0,4 л/га) у фазу 5–6 пар листків;
- 6)  $N_{12}P_{52}$  + позакореневе підживлення рослин карбамідом (10 кг/га) у фазу 5–6 пар листків;

### Таблиця 1

Біометричні та продуктивні показники гібридів соняшнику залежно від системи удобрення (середнє за 2021–2022 рр.)

Варіанти удобрення (фактор В)	Висота рослин у фазі цвітіння, см			Площа листової поверхні у фазі цвітіння, $dm^2/1$ росл.			Діаметр кошика у фазі фізіологічної стиглості, см			Маса 1000 шт. насінин, г		
	Кадет	Ярило	Вирій	Кадет	Ярило	Вирій	Кадет	Ярило	Вирій	Кадет	Ярило	Вирій
$N_{32}P_{32}K_{32}$	183	172	191	52,6	44,6	48,2	16,2	15,2	16,0	60,1	39,9	50,1
$N_{32}P_{32}K_{32}$ + карбамід 10 кг/га	185	173	193	56,5	50,2	57,1	16,7	15,7	16,6	61,1	41,3	51,5
$N_{32}P_{32}K_{32}$ + Гумат калію 0,4 л/га	185	175	194	54,3	47,4	52,1	16,4	15,6	16,3	60,6	40,9	51,2
$N_{12}P_{52}$	186	173	194	46,3	40,8	42,9	15,9	15,0	15,4	59,0	36,9	48,3
$N_{12}P_{52}$ + Гумат калію 0,4 л/га	193	177	197	48,8	42,9	45,8	16,1	15,2	15,6	59,5	37,2	48,7
$N_{12}P_{52}$ + карбамід 10 кг/га	195	179	198	53,1	49,9	47,1	16,5	15,3	15,9	60,0	38,3	49,0
Без добрив (контроль)	179	169	188	42,3	35,3	39,1	15,6	14,3	15,2	57,1	36,6	46,5

В 2022 р., погодні умови сприяли більш інтенсивнішому росту рослин, тому їх середня висота у гібриду Кадет дорівнювала 198 см, Ярило – 185 см, Вирій – 204 см. Щодо впливу добрив на висоту рослин, то в середньому за два роки досліджень найбільшою вона була у фазі цвітіння гібридів Кадет, Ярило, Вирій на варіанті позакореневого підживлення

7) без добрив (контроль).

Технологія вирощування соняшнику в досліді загальноприйнята для ґрунтово-кліматичної зони. Закладання та проведення досліджень виконували згідно із загальноновизначеними методиками польових дослідів у землеробстві та рослинництві.

Ґрунт земельної ділянки – чорнозем типовий малогумусний. Механічний склад ґрунту – важкий суглинок. Характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу в шарі 0–20 см – 4,85 %, 20–40 см – 3,91 % і на глибині 150–170 см – 0,71 %. За даними агрохімічного обстеження ґрунти дослідного поля добре забезпечені основними елементами живлення рослин. В орному шарі міститься 11–13 мг азоту, що гідролізується (за Корнфільдом), 10–15 мг рухомого фосфору (за Чириковим), 16–20 мг обмінного калію на 100 г ґрунту (за Чириковим).

Клімат зони помірно-континентальний з нестійким зволоженням, холодною зимою і жарким, а часто і сухим літом. Середня багаторічна температура повітря становить 7,7°C, сума опадів – 508 мм. За вегетаційний період середня температура повітря становить 19,1°C, а сума опадів – 214,5 мм. Роки проведення досліджень характеризувалися наступними метеорологічними показниками: за вегетаційний період 2021 р., сума опадів становила 201,2 мм, а середня температура повітря – 20,6°C; у 2022 р., відповідно – 216,4 мм і 20,6°C. Гідротермічний коефіцієнт у 2021 р., дорівнював 0,79, а 2022 р. – 0,85 за середнього багаторічного показника 0,91.

### Результати та їх обговорення

За результатами досліджень виявлено, що ростові процеси та розвиток рослин істотний вплив мали як різні схеми удобрення, так і погодні умови. Так, в умовах 2021 р., середня висота рослин гібридів Кадет, Ярило, Вирій у фазі цвітіння становила, відповідно 175, 162, 183 см (табл. 1).

рослин карбамідом 10 кг/га на фоні основного мінерального удобрення  $N_{12}P_{52}$ . Порівняно з контролем (без добрив) висота рослин у гібридів соняшнику на цьому варіанті збільшилася на 10–16 см. За інших варіантів удобрення висота рослин у гібриду Кадет була в межах 183–193 см, Ярило – 172–177 см, Вирій – 191–197 см.

Проведеними дослідженнями було виявлено вплив варіантів досліду та погодних умов на площу листової поверхні гібридів соняшнику. Так, на розвиток листового апарату більш сприятливо вплинули погодні умови періоду вегетації 2022 р. У вище зазначеному році, середні значення площі листової поверхні однієї рослини у гібриду Кадет становило 57,5 дм<sup>2</sup>, у гібриду Ярило – 51,4 дм<sup>2</sup>, у гібриду Вирій – 56,8 дм<sup>2</sup>, що на 13,8–18,6 дм<sup>2</sup> більше ніж у 2021 р. Серед варіантів удобрення, на площу листків, найбільш позитивним виявився вплив внесення мінеральних добрив дозою N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> + позакоренеve підживлення рослин карбамідом (10 кг/га). В середньому за два роки на цьому варіанті удобрення площа листової поверхні однієї рослини була більшою, порівняно з варіантом без добрив, у гібриду Кадет на 14,1 дм<sup>2</sup>, у гібриду Ярило – на 14,9 дм<sup>2</sup>, у гібриду Вирій – на 17,9 дм<sup>2</sup>.

Дослідження свідчать, що розмір кошиків істотно не змінювався залежно від погодних умов за роками випробувань. На цей показник більш помітним був вплив різних схем удобрення культури. За двохрічними даними, діаметр кошиків гібридів збільшу-

вався залежно від дози добрив на 0,2–1,4 см, порівняно з контролем (без добрив). Максимальне значення цього показника у гібридів Кадет, Ярило, Вирій було за внесення мінеральних добрив у дозі N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> та позакореневого підживлення рослин карбамідом. Проведені нами дослідження свідчать, що внесення добрив також сприяло збільшенню маси 1000 насінин на 0,4–5,0 г, порівняно із варіантом без добрив. У середньому за роки досліджень найбільшу масу 1000 насінин гібриди соняшнику Кадет, Ярило, Вирій формували за вирощування культури на фоні внесення мінеральних добрив у дозі N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> + позакоренеve підживлення рослин карбамідом (10 кг/га). Перевищення контролю, за цим показником, становило за гібридами, відповідно 4,0, 4,7, 5,0 г.

Що стосується урожайності, то результати досліджень свідчать про формування її максимального рівня за вирощування гібридів Кадет, Ярило, Вирій на фоні внесення N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> + позакоренеve підживлення рослин карбамідом 10 кг/га. Приріст до контролю (без добрив) дорівнював, відповідно 0,38, 0,40 і 0,44 т/га (табл. 2).

**Таблиця 2**

Урожайність гібридів соняшнику залежно від системи удобрення, т/га (середнє за 2021–2022 рр.)

Варіанти удобрення (фактор В)	Кадет (фактор А)			Ярило			Вирій		
	2021 р.	202 р.	середнє	2021 р.	2022 р.	середнє	2021 р.	2022 р.	середнє
N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub>	3,07	3,03	3,05	2,08	2,61	2,35	3,19	3,00	3,10
N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> + карбамід 10 кг/га	3,17	3,10	3,14	2,22	2,71	2,47	3,30	3,08	3,19
N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> + Гумат калію 0,4 л/га	3,11	3,07	3,09	2,10	2,64	2,37	3,24	3,06	3,15
N <sub>12</sub> P <sub>52</sub>	2,92	2,79	2,86	1,96	2,46	2,21	2,97	2,80	2,89
N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> + Гумат калію 0,4 л/га	2,95	2,87	2,91	2,01	2,50	2,26	3,01	2,88	2,95
N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> + карбамід 10 кг/га	3,02	2,95	2,99	2,08	2,54	2,31	3,07	2,90	2,99
Без добрив (контроль)	2,82	2,70	2,76	1,86	2,28	2,07	2,86	2,64	2,75
2021 р.	HP <sub>0,95</sub> Фактор А – 0,12 т/га, Фактор В – 0,19 т/га, Фактор АВ – 0,32 т/га.								
2022 р.	HP <sub>0,95</sub> Фактор А – 0,06 т/га, Фактор В – 0,09 т/га, Фактор АВ – 0,16 т/га.								

Підживлення рослин Гумат калію (0,4 л/га) на фоні N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub>, сприяло збільшенню врожайності гібридів на 0,30–0,40 т/га, порівняно до варіанту без добрив. За внесення добрив дозою N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> урожайність соняшнику була вищою, ніж на контролі, на 0,28–0,35 т/га. У разі внесення N<sub>12</sub>P<sub>52</sub> та позакореневого підживлення рослин карбамідом (10 кг/га) або

Гумат калію (0,4 л/га), урожайність гібридів, порівняно з попередніми варіантами була нижчою, але при цьому перевищувала варіант без добрив на 0,10–0,24 т/га.

Дослідження свідчать, що вміст олії в насінні соняшнику зазнавав змін залежно від схеми застосування добрив (табл. 3).

**Таблиця 3**

Вміст олії у насінні та збір олії гібридів соняшнику залежно від системи удобрення (середнє за 2021–2022 рр.)

Варіанти удобрення (фактор В)	Кадет (фактор А)			Ярило			Вирій		
	урожайність, т/га	вміст олії у насінні, %	збір олії, кг/га	урожайність, т/га	вміст олії у насінні, %	збір олії, кг/га	урожайність, т/га	вміст олії у насінні, %	збір олії, кг/га
N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub>	3,05	49,3	1323	2,35	49,2	1011	3,10	50,1	1364
N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> + карбамід 10 кг/га	3,14	50,0	1380	2,47	50,3	1088	3,19	51,0	1432
N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> + гумат калію 0,4 л/га	3,09	49,8	1354	2,37	50,1	1041	3,15	50,8	1409
N <sub>12</sub> P <sub>52</sub>	2,86	49,2	1236	2,21	49,9	965	2,89	50,2	1275
N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> + гумат калію 0,4 л/га	2,91	49,8	1276	2,26	50,3	994	2,95	50,7	1314
N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> + карбамід 10 кг/га	2,99	50,3	1320	2,31	50,5	1023	2,99	51,5	1353
Без добрив (контроль)	2,76	49,6	1204	2,07	50,1	909	2,75	50,4	1219

Внесення мінеральних добрив дозою N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> та N<sub>12</sub>P<sub>52</sub> зумовило зменшення даного показника гібридів порівняно з варіантом без добрив, відповідно на

0,3–0,9 та 0,2–0,4 % (абсолютних). Однак у разі позакореневого підживлення рослин під час вегетації карбамідом або мікродобривом Гумат калію на фоні N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub>, спостерігали збільшення вмісту олії у

насіни відносно контролю, відповідно на 0,2–0,6 та 0,2–0,4%. В середньому найбільший вміст олії у насінні формувалася у гібридів Кадет, Ярило, Вирій за внесення мінеральних добрив дозою  $N_{12}P_{52}$  + позакоренеve підживлення рослин карбамідом 10 кг/га у фазу 5–6 пар листків.

Поряд з вмістом олії в насінні важливе місце займає показник збору олії з одиниці площі. Найвищі показники збору олії були, завдяки більшій урожайності, у разі застосування мінеральних добрив дозою  $N_{32}P_{32}K_{32}$  + позакоренеve підживлення перевищував варіант без добрив у гібриду Кадет на 176 кг/га, гібриду Ярило – 179 кг/га, гібриду Вирій – 213 кг/га.

Польові дослідження, які проведено в різних науково-дослідних установах, також засвідчують високу ефективність мінеральних добрив та біомікродобрив в технології вирощування соняшнику. Так, результати зарубіжних досліджень підтверджують позитивний вплив біодобрив, азотних і фосфорних добрив на збільшення діаметра кошика, урожайність зерна, кількість та масу 1000 насінин соняшнику [20, 21]. Дослідження, проведені в Ірані свідчать, що найвищі показники сухої маси листя, кількості насіння у кошику, діаметра кошика, урожай насіння та біологічний урожай рослини були отримані за внесення добрив у дозі  $N_{90}P_{80}$  та біодобрив Нітросин (1 л/га) і Біофосфор (1 л/га) [22]. У дослідженнях, проведених у Бразилії, найвищі норми мінеральних добрив  $N_{100}P_{120}K_{120}$  та 100% доступної ґрунтової води забезпечили формування максимального рівня продуктивності культури [23]. В польових дослідженнях, проведених у Туреччині було встановлено, що органічні та неорганічні добрива окремо та їх комбінації суттєво впливали на всі параметри рослини. Найвища врожайність насіння (4854 кг/га) була отримана від спільного використання азоту та біогумусу [24].

## Висновки

За результатами досліджень встановлено позитивний вплив застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення рослин на ріст, розвиток рослин, підвищення продуктивності гібридів соняшнику. Виявлено, що серед варіантів удобрення, найбільш сприятливі мови для формування у гібридів Кадет, Ярило, Вирій найвищої урожайності (відповідно 3,14, 2,47, 3,19 т/га) та збору олії (відповідно 1380, 1088, 1432 кг/га) склалися за поєднання внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{32}P_{32}K_{32}$  та позакореневого підживлення посівів карбамідом 10 кг/га.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні більш широкого спектру стимуляторів, мікродобрив з метою виявлення можливості часткової заміни високовартісних мінеральних добрив в технології вирощування соняшнику.

## Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

1. Mineralni dobrovya dlia zernovykh, kukurudzy, soniashnyka. *Systema Optimum*. Retrieved from: URL: <https://www.systopt.com.ua/article-myneralnye-udobrennyya-dlya-zernovykh-kukuruzu-pod-solnechnyka> [in Ukrainian]
2. Vlasova, O. (2020). Systema zhyvlennia dlia soniashnyku. *Ahronomiya Sohodni*. Retrieved from: <http://agro-business.com.ua/ahrami-kultury/item/19506-systema-zhyvlennia-dlia-soniashnyku.html> [in Ukrainian]
3. Mahapatra, A., Gouda, B., & Patel, D. (2020). Productivity and profitability of summer sunflower (*Helianthus annuus* L.) influenced by integrated nutrient management. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9 (7), 1843–1850. <https://doi.org/10.20546/ijemas.2020.907.212>
4. Garbar, L. A., Dovbush, N. I., & Wenger, V. V. (2022). The formation of the leaf apparatus of sunflower hybrids and the effectiveness of its functioning under the influence of fertilizer. *Agrarian Innovations*, 13, 24–29. <https://doi.org/10.32848/agrar.in-nov.2022.13.3>
5. Yeremenko, O. A. (2017). Produktivnist soniashnyku zalezjno vid mineralnoho zhyvlennia ta передпосівної обробки насіння за умов недостатного зволоження. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Aharnoi Akademii*, 3, 25–30. [in Ukrainian]
6. Domaratskyi, O. O., Sydiakina, O. V., Ivaniv, M. O., & Dobrovolskyi, A. V. (2017). Biopreparat novoho pokolinnia hrupy Khelafit u tekhnohii vyroshchuvannia hibrydiv soniashnyku na Pivdni Ukrainy. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 98, 51–56. [in Ukrainian]
7. Domaratskiy, Y. (2021). Leaf area formation and photosynthetic activity of sunflower plants depending on fertilizers and growth regulators. *Journal of Ecological Engineering*, 22 (6), 99–105. <https://doi.org/10.12911/22998993/137361>
8. Totyskiy, V. M., & Len, A. I. (2021). Influence of macro- and micro-fertilizers on biometry, performance and quality of sunflower hybrids. *Plant Breeding and Seed Production*, 119, 161–169. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2021.237160>
9. Hanhur, V., Kosminskyi, O., Len, O., & Totyskiy, V. (2022). Effect of fertilizer on sunflower productivity and seed quality. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 50–56. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.05>
10. Hanhur, V. V., Kosminskyi, O. O., & Mishchenko, O. V. (2021). Influence of mineral fertilizers on the content of nutrients in the soil and the yield of sunflower hybrids of different maturity groups. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 116–121. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.13>
11. Hanhur, V. V., Yeremko, L. S., & Kocherha, A. A. (2020). The effectiveness of bio-stimulators for pre-sowing treatment of sunflower seeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 36–42. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.04>
12. Mashchenko, Yu., Haydenko, O., & Mudrichenko, M. (2017). Yak vplyvaie udobrennia na urozhainist soniashnyku? *Ahronomiya Sohodni*. Retrieved from: <http://agrobusiness.com.ua/agro/ahronomiya-sohodni/item/808-iak-vplyvaie-udobrennia-naurozhainist-soniashnyku.html> [in Ukrainian]
13. Kokovikhin, S. V., & Nesterchuk, V. V. (2016). Vplyv hustoty stoinniah roslyn ta udobrennia na formuvannia produktivnosti hibrydiv soniashnyku pry vyroshchuvanni v umovakh pivdnia Ukrainy. *Tavriiskyy Naukovyy Visnyk*, 96, 74–79. [in Ukrainian]
14. Skidan, V., & Skidan, M. (2016). Vplyv pryposivnoho vnesennia dobrov ta pidzhyvlennia na soniashnyk. *Ahronomiya Sohodni*. Retrieved from: <http://agro-business.com.ua/ahrami-kultury/item/662-vplyv-pryposivnoho-vnesennia-dobryv-ta-pidzhyvlennia-na-soniashnyk.html> [in Ukrainian]
15. Tkalic, Yu. I., Tsylyuryk, O. I., & Kozechko, V. I. (2017). Effectiveness of using microfertilizers and plant growth regulators in sunflower crops of the Northern Steppe. *Naukovo-Tekhnichnyy Byuleten Instytutu Oliynykh Kultur NAAN*, 24, 216–225. [in Ukrainian]
16. Domaratskiy, Ye. O., Dobrovolskiy, A. V., & Domaratskiy, O. O. (2020). Influence of multifunctional growth regulators on the productivity of high-oil sunflower hybrids. *Taurian Scientific Herald*, 115. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.5>
17. Gamajunova, V., & Kudrina, V. (2020). Formation of sunflower productivity under the influence of foliar top dressing by modern biopreparations in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Agrology*, 3 (4), 225–231. <https://doi.org/10.32819/020027>



18. Kapustina, H. A., & Lisovyi, M. V. (2013). Vplyv pisladii dobryv na vrozhainist ta oliinist nasinnia soniashnyku v umovakh Pivdennoho Stepu. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 4, 30–32. [in Ukrainian]
19. Tsylyuryk, O., & Izhboldin, O. (2022). Vplyv biopreparativ na rist i rozvytok roslyn soniashnyku v pivnichnomu Stepu Ukrainy. *Ahronomiya Sohodni*. Retrieved from: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/24359-vplyv-biopreparativ-na-rist-i-rozvytok-roslyn-soniashnyku-v-pivnichnomu-stepu-ukrainy.html> [in Ukrainian]
20. Mirzakhani, M., & Sajedi, A. (2015). Evaluation of biological and chemical fertilizer on fertilizer use efficiency, grain yield and yield components of sunflower. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 25 (2.1), 139–153.
21. Mirparsa, T., Ganjali, H., & Dahmardeh, M. (2016). The effect of biofertilizers on yield and yield components of sunflower oil seed and nut. *International Journal of Agriculture and Bioscience*, 5 (1), 46–49.
22. Zamanian, M., & Yazdandoost, M. (2021). Influence of chemical fertilizers and bioinoculants on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Central European Agriculture*, 22 (2), 317–328. <https://doi.org/10.5513/jcea01/22.2.3106>
23. Garófalo Chaves, L. H., Araujo, D. L., Carvalho Guerra, H. O., & Pereira, W. E. (2015). Effect of mineral fertilization and irrigation on sunflower yields. *American Journal of Plant Sciences*, 06 (07), 870–879. <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.67095>
24. Sefaoğlu, F. (2021). Effect of organic and inorganic fertilizers or their combinations on yield and quality components of oil seed sunflower in a semi-arid environment. *Turkish Journal of Field Crops*, 26 (1), 88–95. <https://doi.org/10.17557/tjfc.869335>

#### ORCID

- V. Totskyi  <https://orcid.org/0009-0004-8867-0099>
- V. Hanhur  <https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>
- V. Onipko  <https://orcid.org/0000-0002-2260-971X>
- O. Mishchenko  <https://orcid.org/0000-0002-9547-0421>



2023 Totskyi V. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Peculiarities of using acaricides against common red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) for cucumber protection on protected ground

T. Chaika<sup>1</sup> | M. Pischalenko<sup>2</sup>✉ | Ye. Ruban<sup>2</sup> | A. Saienko<sup>2</sup> | S. Skliar<sup>2</sup> | A. Kripak<sup>2</sup> | T. Holtvianytsia<sup>2</sup>

### Article info

#### Correspondence Author

M. Pischalenko

E-mail:

[marina\\_pischalenko@ukr.net](mailto:marina_pischalenko@ukr.net)

<sup>1</sup>Academy of Sciences of Technological Cybernetics of Ukraine, Poltava Department, 3, Kovalia str., 36014, Ukraine

<sup>2</sup>Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

**Citation:** Chaika, T., Pischalenko, M., Ruban, Ye., Saienko, A., Skliar, S., Kripak, A., & Holtvianytsia, T. (2023). Peculiarities of using acaricides against common red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) for cucumber protection on protected ground. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 58–62. doi: 10.31210/spi2023.26.03.11

Common red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) is one of the most harmful pests causing harvest losses of many orchard, decorative, and agro-technical crops. The pest is especially harmful on protected ground, which makes it impossible to grow glasshouse crops without constant intensive fighting it. The purpose of the research is to study the efficacy of using acaricides against common red spider mite on protected ground. The cucumber plants of Carmen F1 hybrid resistant to diseases and used for growing in greenhouses, was taken as a plant-host for *T. urticae*. Cucumbers were grown in a greenhouse in plastic containers in a soilless mixed medium under mercury lamps of high light intensity. The plants were fertilized with Osmocote complex fertilizer containing the main elements N<sub>18</sub>P<sub>18</sub>K<sub>18</sub>. Pesticides were not used on background plants. The effectiveness of different concentrations of Vertimec, Talstar, and Alert acaricides was studied for all-aged population of *T. urticae* on the 3, 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> day after the treatment of eggs, larvae/nymphs, and adult mite specimens. The chemical method of fighting *T. urticae* proved its high efficacy against the pest population. Vertimec (18 g/l of abamectin) in the concentration of 0.7 ml/l and Alert (240 g/l of chlorfenapyr) in the concentration of 0.50 ml/l had the most considerable effect among the tested acaricides at all the stages of *T. urticae* development. The least effect was caused by Talstar standard acaricide (100 g/l of bifenthrin) in the concentration of 1.00 ml/l. The largest decrease of *T. urticae* population was observed after the treatment of adult specimens with the tested acaricides. Moreover, all the tested acaricides were marked with a high biological effectiveness in fighting *T. urticae*. Vertimec and Alert demonstrated the highest efficacy (nearly 100 %) at 0.70 and 0.50 ml/l concentrations – 99.58 and 99.75 %, respectively. Talstar acaricide in the concentrations of 1.00 and 1.25 ml/l was the least effective against *T. urticae* – 77.80–82.97 %, respectively.

**Keywords:** *Tetranychus urticae* Koch, pest, stages of development, acaricide, biological effectiveness.

## Особливості використання акарицидів від звичайного павутинного кліща (*Tetranychus urticae* Koch) для захисту огірка в умовах захищеного ґрунту

Т. О. Чайка<sup>1</sup> | М. А. Піщаленко<sup>2</sup> | Є. Р. Рубан<sup>2</sup> | А. О. Саєнко<sup>2</sup> | С. С. Скляр<sup>2</sup> | А. В. Кріпак<sup>2</sup> | Т. О. Голтвяниця<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Полтавське відділення Академії наук технологічної кібернетики України, м. Полтава, Україна

<sup>2</sup>Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Звичайний павутинний кліщ *Tetranychus urticae* Koch є одним з найважливіших шкідників, відповідальних за втрати врожаю багатьох садових декоративних і агротехнічних культур. Особливо високу шкідливість він виявляє в умовах захищеного ґрунту, що не дозволяє вирощувати теплично-парникові культури без постійної інтенсивної боротьби з ним. Мета дослідження – вивчення ефективності використання акарицидів від звичайного павутинного кліща в умовах захищеного ґрунту. Дослідження проведено в тепличному підрозділі дослідного господарства. Рослиною-господарем для *T. urticae* використано рослини огірка гібрида F1 Кармен, стійкого до захворювань і призначеного для вирощування в теплиці. Досліджувалась ефективність різних концентрацій акарицидів Вертітек, Талстар і Алерт для різновікової популяції *T. urticae* на 3-й, 7-й та 14-й день після обробки чисельності яєць, личинок/німф і дорослих особин кліща. Хімічний метод боротьби з *T. urticae* довів свою високу ефективність проти популяції шкідника. Найбільш значний вплив на всі стадії розвитку *T. urticae* з дослідних акарицидів спричиняли Вертітек (18 г/л абамектину) у концентрації 0,7 мл/л і Алерт (240 г/л хлорфенапіру) у концентрації 0,50 мл/л. Найменший вплив спричинив акарицид-еталон – Талстар (100 г/л біфентрину) у концентрації 1,00 мл/л. Найбільше зниження чисельності *T. urticae* спостерігалось після обробки випробуваними акарицидами проти дорослих особин. При цьому, всі дослідні акарициди відзначалися високою біологічною ефективністю проти *T. urticae*. Найбільш високу (наближену до 100 %) ефективність показали Вертітек і Алерт за концентрацій 0,70 і 0,50 мл/л – 99,58 і 99,75 % відповідно. Найменш ефективним з акарицидів проти *T. urticae* був еталон – Талстар у концентраціях 1,00 і 1,25 мл/л – 77,80–82,97 % відповідно.

**Ключові слова:** *Tetranychus urticae* Koch, шкідник, стадії розвитку, акарицид, біологічна ефективність.

**Бібліографічний опис для цитування:** Чайка Т. О., Піщаленко М. А., Рубан Є. Р., Саєнко А. О., Скляр С. С., Кріпак А. В., Голтвяниця Т. О. Особливості використання акарицидів від звичайного павутинного кліща (*Tetranychus urticae* Koch) для захисту огірка в умовах захищеного ґрунту. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 58–62.

## Вступ

Звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch) є одним із найважливіших шкідників у багатьох системах землеробства в усьому світі та найбільш багатодним видом у родині *Tetranychidae* [1–3]. Він належить до найважливіших видів шкідників серед *Tetranychidae* [4], і відомо, що він атакує близько 1200 видів рослин, з яких 150 є економічно важливими [5]. *T. urticae* є найвідомішим шкідником, відповідальним за значну втрату врожаю багатьох сільськогосподарських культур, овочів і фруктових дерев [6], а також декоративних і агрономічних культур у всьому світі [7].

Павутинний кліщ харчується листям, ушкоджуючи епідерміс і спричиняючи жовті та коричневі плями, що супроводжуються сухістю й опаданням листя [8]. В результаті живлення кліщ спричиняє як прямий, так і непрямий шкідливий вплив на рослину. Прикладами прямого впливу *T. urticae* є знебарвлення листя, дефоліація і навіть загибель рослини [9–11]. Непрямим впливом *T. urticae*, що призводить до інших негативних проблем у рослині, є зниження фотосинтезу та транспірації. Поєднання цих видів пошкоджень на рослині-господарі призводить до зниження якості та кількості врожаю [8, 12, 13].

Відомо, що в умовах захищеного ґрунту *T. urticae* виявляє особливо високу шкідливість. Отже, вирощування теплично-парникових культур практично неможливе без постійної інтенсивної боротьби з цим шкідником за допомогою різних методів [14].

Боротьба з *T. urticae* базується в основному на використанні синтетичних акарицидів, що не завжди ефективно, оскільки цей вид має високу здатність розвивати резистентні популяції [15–17], а багато акарицидів мають невибіркову дію на хижих кліщів [18]. Зловживання хімічними продуктами для боротьби з павутинним кліщем може призвести до забруднення природного середовища та харчових продуктів, особливо свіжозібраних фруктів і овочів [19, 20].

Акарициди належать до декількох основних груп хімічних сполук: органофосфати, піретроїди, карбазинати, хіноліни, карбамати, тетразини, дифеніл оксазоліни, хіназоліни, феноксипіазоли, тіазолідіни, макроциклічні лактони, піридазони та піразоли [21–23]. Останнім часом було проведено багато досліджень щодо заміни синтетичних акарицидів новими, безпечнішими агентами, через ризик розвитку толерантності, токсичності та шкідливості для природного середовища, пов'язаного з їх надмірним використанням [24–28].

## Мета дослідження

Мета дослідження полягає у вивченні ефективності використання акарицидів від звичайного павутинного кліща *T. urticae* для захисту огірка в умовах захищеного ґрунту.

**Завдання дослідження:** оцінити вплив дослідних акарицидів різної концентрації на різні стадії розвитку звичайного павутинного кліща на 3-й, 7-й і

14-й день після обробки; виявити найбільш біологічно ефективний акарицид проти цього шкідника.

## Матеріали і методи

Дослідження проводились у тепличному підрозділі дослідного господарства. Рослино-господарем для *T. urticae* використано рослини огірка (*Cucumis sativus* L.) гібрида F1 Кармен, стійкого до захворювань і призначеного для вирощування в теплиці. Огірки вирощувались в теплиці у чотирьох літрових пластикових контейнерах у безґрунтовому змішаному середовищі (70 % піску + 30 % торфу) під ртутними лампами високої інтенсивності світла (250 нм при 14 : 10 годинному (день : ніч)) фотоперіоді. Рослини удобрювали комплексним добривом Osmocote з вмістом основних елементів N<sub>18</sub>P<sub>18</sub>K<sub>18</sub>. Блоки рослин були відокремлені один від одного тканинними бар'єрами, щоб запобігти дотику рослин і уникнути переміщення кліщів між блоками. Пестициди на фонових рослинах не застосовувались.

У всіх дослідах використовувались живці рослин огірка з 8 листочками в скляних банках (об'ємом 475 мл і 3–6 см води), на які клали мідну решітку з невеликими отворами для живців, щоб запобігти їх падінню у воду. Банки з живцями поміщались у скляні батареї, що містили по 5 см води на дні. На верхню частину батареї наносили вазелін, щоб запобігти виходу кліщів назовні. Вся система батарей із банками поміщалась у великий пластиковий лоток. Зовнішній периметр лотка обклеювались двостороннім скотчем. Лотки з батареями поміщались під високоінтенсивне ртутне джерело світла, запрограмоване на забезпечення 14 : 10 годинного (день : ніч) фотоперіоду.

На кожен черешок з листочками випускались по 10 дорослих самок *T. urticae*, які протягом 7 днів розвивали різновікові популяції кліща – яйця, личинки/німфи та дорослі особини кліща. Через тиждень проводився облік чисельності всіх яєць, личинок/німф і дорослих особин на 20 листках, обраних з кожного варіанту.

Після живці з листочками обприскувались одним з акарицидів (табл. 1) згідно норм, рекомендованих виробниками.

**Таблиця 1**

Характеристика дослідних акарицидів

Назва акарицида і його препаративна форма	Діюча речовина	Хімічна група	Дослідна концентрація, мл/л
Вертітек, к.е. (18 г/л)	абамектин	авермектини	0,50
Талстар, к.е. (100 г/л) – еталон	біфентрин	піретроїди	1,00
Алерт, к.с. (240 г/л)	хлорфенапір	піразоли	0,35
			0,50

*Джерело:* дані [29, 30].

Акарицидні обробки здійснювались за допомогою аерозольного ручного обприскувача у витяжній шафі до стікання препаратів з рослин. Оброблені живці висихали під витяжкою протягом 30 хвилин.

Досліджувалась безпосередня токсичність акарицидів для різновікової популяції *T. urticae* шляхом підрахунку на 3-й, 7-й та 14-й день після обробки чисельності яєць, личинок/німф і дорослих особин кліща.

Температура протягом експерименту підтримувалась на середньому рівні 29 °С. Для кожного варіанту обробки використовувалось по 5 живців, і проводилось по 2 випробування.

### Результати та їх обговорення

Відомо, що вирощування огірка в теплично-парникових умовах практично неможливе без застосування заходів щодо його захисту від *T. urticae*. Проведені дослідження показали наявність суттєвих відмінностей середньої кількості яєць *T. urticae* на листі, оброблених дослідними акарицидами порівняно з контролем (без обробки) (табл. 2).

**Таблиця 2**

Дія акарицидів на стадію яйця *T. urticae* по дням після обробки

Акарицид, концентрація, мл/л	Середня кількість яєць після обробки, шт./лист			
	на 3-й день	на 7-й день	на 14-й день	середнє значення
Вертімек, 0,50	3,33	0,17	0,67	1,39
Вертімек, 0,70	1,78	0,00	0,17	0,65
Талстар, 1,00	19,83	34,67	18,17	24,22
Талстар, 1,25	12,83	0,67	1,83	5,11
Алерт, 0,35	4,5	0,67	1,00	2,05
Алерт, 0,50	1,17	0,67	0,67	0,83
Контроль	119,33	134,33	121,33	124,99

Згідно з даними табл. 2, всі вивчені акарициди мають овідидні властивості, суттєві на 5%-му рівні значущості, порівняно з контролем. При цьому, найменший овідидний вплив спричинив зразок Талстар у дозах 1,00 і 1,25 мл/л – у середньому 24,22 та 5,11 яєць/лист відповідно.

Інші дослідні акарициди суттєво не відрізнялися між собою на 5%-му рівні значимості за впливом на дану стадію *T. urticae*. Однак, найбільшу овідидну дію проявили Вертімек за концентрації 0,70 мл/л (0,65 яєць/лист) і Алерт за концентрації 0,50 мл/л (0,83 яєць/лист).

Результати вивчення дії акарицидів проти *T. urticae* у стадії розвитку личинки/німфи наведені в табл. 3.

**Таблиця 3**

Дія акарицидів на стадію личинка/німфа *T. urticae* по дням після обробки

Акарицид, концентрація, мл/л	Середня кількість німф після обробки, особин/лист			
	на 3-й день	на 7-й день	на 14-й день	середнє значення
Вертімек, 0,50	3,67	1,67	0,17	1,83
Вертімек, 0,70	1,17	0,33	0,00	0,50
Талстар, 1,00	7,07	13,83	0,33	7,08
Талстар, 1,25	11,83	4,33	3,67	6,61
Алерт, 0,35	2,50	1,17	0,67	1,44
Алерт, 0,50	0,33	0,50	0,83	0,44
Контроль	65,33	23,00	58,33	48,88

Як видно з даних табл. 3, суттєве зниження чисельності особин у стадії личинки/німфи *T. urticae* спостерігалось у всі дні після обробки за всіма варіантами використання акарицидів. Винятком є Талстар за концентрації 1,00 мл/л, різниця якого з контролем хоч і становить 6,9 рази у бік зменшення (7,08 проти 48,88 особин/лист), але її не вдалося довести статистично.

Результати проведених досліджень щодо впливу дослідних акарицидів проти *T. urticae* у дорослій стадії наведені у табл. 4.

**Таблиця 4**

Дія акарицидів на дорослу стадію *T. urticae* по дням після обробки

Акарицид, концентрація, мл/л	Середня кількість дорослих кліщів після обробки, особин/лист			
	на 3-й день	на 7-й день	на 14-й день	середнє значення
Вертімек, 0,50	0,17	0,00	0,11	0,09
Вертімек, 0,70	0,00	0,00	0,00	0,00
Талстар, 1,00	5,60	9,83	14,83	10,08
Талстар, 1,25	8,00	7,67	3,67	6,44
Алерт, 0,35	0,17	0,17	0,00	0,11
Алерт, 0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Контроль	27,33	39,67	22,67	29,89

Згідно з даними табл. 4, найбільш суттєве зниження чисельності дорослих особин *T. urticae* на листку огірка було майже після всіх варіантів обробки дослідними акарицидами порівняно з контролем – в середньому від 0,00 до 0,11 особин/лист. Лише акарицид Талстар за концентрацій 1,00 і 1,25 мл/л мав найменший статистично значимий вплив на імаго кліщів – в середньому 10,08 і 6,44 особин/лист відповідно.

Доцільно відзначити, що два варіанти акарицидних обробок – Вертімек і Алерт за концентрацій 0,70 мл/л і 0,50 мл/л відповідно – показали 100%-ву ефективність проти дорослої стадії звичайного павутинного кліща.

Обчислені за результатами всіх обліків показники середньої біологічної ефективності дослідних акарицидів проти *T. urticae* наведені в табл. 5.

**Таблиця 5**

Біологічна ефективність дії акарицидів на *T. urticae*

Акарицид, концентрація, мл/л	Середня біологічна ефективність обробки, %			
	на 3-й день	на 7-й день	на 14-й день	середнє значення
Вертімек, 0,50	91,88	91,54	90,88	91,43
Вертімек, 0,70	98,74	100,00	100,00	99,58
Талстар, 1,00	75,72	77,72	79,97	77,80
Талстар, 1,25	85,72	82,33	80,86	82,97
Алерт, 0,35	88,47	92,27	90,88	90,54
Алерт, 0,50	99,25	100,00	100,00	99,75

Отже, можна зробити висновок, що всі дослідні акарициди мали достовірно високу ефективність дії. Хоча найменш ефективним з них був еталон – Талстар у концентраціях 1,00 і 1,25 мл/л – 77,80–82,97 % відповідно, проте відмінність його показників від інших акарицидів була статистично не суттєва.

Доцільно відзначити, що на фоні показників середньої біологічної ефективності дії інших

акарицидів проти *T. urticae* істотно не відрізнялися між собою. При цьому, два варіанти акарицидних обробок – Вертімек і Алерт за концентрацій 0,70 і 0,50 мл/л відповідно – показали найбільш високу ефективність проти досліджуваного шкідника, що наближається до 100 % (99,58 і 99,75 % відповідно).

Зі статистичного аналізу результатів обліків щільності популяцій звичайного павутинного кліща різної вікової структури на початок обробки акарицидами будь-яких статистично істотно відмінностей щільності кліща між варіантами акарицидів, як і з-поміж них і контрольним варіантом, не було. Тому отримані результати вважатимуться коректними.

## Висновки

Таким чином, хімічний метод боротьби зі звичайним павутинним кліщем довів свою високу ефективність проти популяції шкідника. Найбільш значний вплив на всі стадії розвитку звичайного павутинного кліща з випробуваних акарицидів мали Вертімек (18 г/л абамектину) у концентрації 0,70 мл/л і Алерт (240 г/л хлорфенапіру) у концентрації 0,50 мл/л. Найменший вплив спричинив стандарт – Талстар (100 г/л біфентрину) у концентрації 1,00 мл/л. Найбільше зниження чисельності *T. urticae* спостерігалось після обробки випробуваними акарицидами проти дорослих особин.

При цьому, всі дослідні акарициди відзначалися високою біологічною ефективністю проти звичайного павутинного кліща. Найбільш високу (наближену до 100 %) ефективність показали Вертімек і Алерт за концентрацій 0,70 і 0,50 мл/л – 99,58 і 99,75 % відповідно. Найменш ефективним з акарицидів був еталон – Талстар у концентраціях 1,00 і 1,25 мл/л – 77,80–82,97 % відповідно.

Перспективи подальших досліджень полягають у встановленні можливості спільного використання сумісних акарицидів та хижого кліща в інтегрованому захисті огірка від *T. urticae*.

## Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

1. Migeon, A., Nougier, E., & Dorkeld, F. (2010). Spider Mites Web: A comprehensive database for the Tetranychidae. *Trends in Acarology*, 557–560. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-9837-5\\_96](https://doi.org/10.1007/978-90-481-9837-5_96)
2. Naher, N., Islam, W., & Haque, M. M. (2006). Predation of three predators on two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Life and Earth Science*, 1 (1), 1–4.
3. Xie, L., Miao, H., & Hong, X.-Y. (2006). The two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch and the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) in China mixed in their Wolbachia phylogenetic tree. *Zootaxa*, 1165 (1), 33. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1165.1.2>
4. Meyer, M. K. P. S. (1996). *Mite pests and their predators on cultivated plants in southern Africa. Vegetables and berries*. ARC, South Africa.
5. Zhang ZhiQiang, Z. Z. (2003). Greenhouses, plants & mites. *Mites of Greenhouses: Identification, Biology and Control*, 3–10. <https://doi.org/10.1079/9780851995908.0003>
6. Salman, M. S. (2007). Comparative toxicological studies of certain acaricides on two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch and its predator *Stethorus gilvifrons* Mulsant. *Ph. D. Thesis*. Suez Canal University, Egypt.
7. James, D. G., & Price, T. S. (2002). Fecundity in twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) is increased by direct and systemic exposure to imidacloprid. *Journal of Economic Entomology*, 95 (4), 729–732. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-95.4.729>
8. Abou El-Ela, A. A. (2014). Efficacy of five acaricides against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch and their side effects on some natural enemies. *The Journal of Basic & Applied Zoology*, 67 (1), 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.jobaz.2014.03.001>
9. Bocianowski, J., Jakubowska, M., Zawada, D., & Dobosz, R. (2022). The effect of acaricide control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch on the cultivation of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and on the size and quality of the yield. *Applied Sciences*, 12 (23), 12139. <https://doi.org/10.3390/app122312139>
10. Sivritepe, N., Kumral, N. A., Erturk, U., Yerlikaya, C., & Kumral, A. (2009). Responses of Grapevines to Two-Spotted Spider Mite Mediated Biotic Stress. *Journal of Biological Sciences*, 9 (4), 311–318. <https://doi.org/10.3923/jbs.2009.311.318>
11. Farouk, S., & Osman, M. (2012). Alleviation of oxidative stress induced by spider mite invasion through application of elicitors in bean plants. *Egyptian Journal of Biology*, 14 (1). <https://doi.org/10.4314/ejb.v14i1.1>
12. Tehri, K., Gulati, R., & Geroh, M. (2014). Damage potential of *Tetranychus urticae* Koch to cucumber fruit and foliage: Effect of initial infestation density. *Journal of Applied and Natural Science*, 6 (1), 170–176. <https://doi.org/10.31018/jans.v6i1.395>
13. Chaika, T., & Barabolia, O. (2022). Impact of damage of winter grain wheat by the corn bug (*Eurygaster integriceps* Put.) on the crop and grain quality. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 135–141. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.16>
14. Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A., Dermauw, W., & Tirry, L. (2010). Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: A review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 40 (8), 563–572. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2010.05.008>
15. El-Sayed, S. M., Ahmed, N., Selim, S., Al-Khalaf, A. A., El Nahhas, N., Abdel-Hafez, S. H., Sayed, S., Emam, H. M., & Ibrahim, M. A. R. (2022). Acaricidal and Antioxidant activities of anise oil (*Pimpinella anisum*) and the oil's effect on protease and acetylcholinesterase in the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). *Agriculture*, 12 (2), 224. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020224>
16. Sato, M. E., Silva, M. Z. da, Raga, A., & Souza Filho, M. F. de. (2005). Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. *Neotropical Entomology*, 34 (6), 991–998. <https://doi.org/10.1590/s1519-566x2005000600016>
17. Nicastrro, R. L., Sato, M. E., & Da Silva, M. Z. (2009). Milbemectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): selection, stability and cross-resistance to abamectin. *Experimental and Applied Acarology*, 50 (3), 231–241. <https://doi.org/10.1007/s10493-009-9304-9>
18. Reis, P. R., Franco, R. A., Neto, M. P., & Teodoro, A. V. (2006). Selectivity of agrochemicals on predatory mites (Phytoseiidae) found on coffee plants. *Coffee Science*, 1 (1), 64–70.
19. Tabet, V. G., Vieira, M. R., Martins, G. L. M., & Sousa, C. G. N. M. de. (2018). Plant extracts with potential to control of two-spotted spider mite. *Arquivos Do Instituto Biológico*, 85, e0762015. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000762015>
20. Woods, J. L., Dreves, A. J., Fisher, G. C., James, D. G., Wright, L. C., & Gent, D. H. (2012). Population density and phenology of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in Hop is linked to the timing of sulfur applications. *Environmental Entomology*, 41 (3), 621–635. <https://doi.org/10.1603/en11279>
21. Hayes, W. J., & Laws, E. R. (1991). *Hand Book of Pesticide Toxicology*. Volume 1. San Diego, CA, USA: Academic Press.
22. Khajehali, J., Van Nieuwenhuysse, P., Demaeght, P., Tirry, L., & Van Leeuwen, T. (2011). Acaricide resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from rose greenhouses in the Netherlands. *Pest Management Science*, 67 (11), 1424–1433. <https://doi.org/10.1002/ps.2191>

23. Korbas, M., Węgorzek, P., Paradowski, A., Jajor, E., Horoszkiewicz-Janka, J., Zamojska, J., Danielewicz, J., Czyczewski, M., & Dworżańska, D. (2017). *Vademecum of Plant Protection Products*. Poznan: Wydawnictwo Agronom.
24. Van Leeuwen, T., Tirry, L., Yamamoto, A., Nauen, R., & Dermauw, W. (2015). The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.12.009>
25. Ismail, M. S. M., Tag, H. M., & Rizk, M. A. (2023). Acaricidal, ovicidal, and repellent effects of *Tagetes patula* leaf extract against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Plant Protection Research*, 59 (2), 151–159. <https://doi.org/10.24425/jppr.2019.129285>
26. Osakabe, M. (Mh. ), Uesugi, R., & Goka, K. (2009). Evolutionary aspects of acaricide-resistance development in spider mites. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2009, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2009/947439>
27. Letourneau, D. K., Ambrecht, I., Rivera, B. S., Lerma, J. M., Carmona, E. J., Daza, M. C., Escobar, S., Galindo, V., Gutiérrez, C., López, S. D., Mejía, J. L., Rangel, A. M. A., Rangel, J. H., Rivera, L., Saavedra, C. A., Torres, A. M., & Trujillo, A. R. (2011). Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications*, 21 (1), 9–21. <https://doi.org/10.1890/09-2026.1>
28. Mossa, A. T. H., Afia, S. I., Mohafrahi, S. M. M., & Abou-Awad, B. A. (2019). Rosemary essential oil nanoemulsion, formulation, characterization and acaricidal activity against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Plant Protection Research*, 59, 102–112. <https://doi.org/10.24425/jppr.2019.126039>
29. Vertimek 018 ES 10 ml. *Agrorrancho*. Retrieved from: <https://agrorrancho.com.ua/vertimek-018-es-10-ml/> [in Ukrainian]
30. Insektytsyd Talstar. *Bizon-Tekh*. Retrieved from: <https://bizon-tech.ua/shop/cpp/insecticides/talstar#container;5-1> [in Ukrainian]

#### ORCID

T. Chaika  <https://orcid.org/0000-0002-5980-7517>

M. Pishchalenko  <https://orcid.org/0000-0001-8954-8256>



2023 Chaika T. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Antibacterial and antifungal properties of monarda (*Monarda L.*) essential oil on dominant soybean seed micromycetes

N. Kovalenko | G. Pospelova | Y. Dziuba | Y. Lavrskyi

### Article info

Correspondence Author

N. Kovalenko

E-mail:

[ninel.kovalenko2016@gmail.com](mailto:ninel.kovalenko2016@gmail.com)

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody str., Poltava,

36003, Ukraine

**Citation:** Kovalenko, N., Pospelova, G., Dziuba, Y., & Lavrskyi, Y. (2023). Antibacterial and antifungal properties of monarda (*Monarda L.*) essential oil on dominant soybean seed micromycetes. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 63–68. doi: 10.31210/spi2023.26.03.12

Manufacturers of plant protection products pay considerable attention to the development of biological preparations, the basis of which are natural substances with antimicrobial activity. Preparations based on plant extracts with fungicidal properties are already being used in Ukraine. They help to increase productivity, restore tissues, improve the assimilation of useful substances by cultures and have an antiviral effect. Interest in monarda is growing due to the high content of biologically active substances with antibacterial and antifungal properties in the essential oil. The goal of the work: study of morphobiological features of *Monarda fistulosa* L., *M. citriodora* Cerv.ex Lag. and *M. didyma* L., determination of antimicrobial and antifungal activity of essential oils of the studied plant species, clarification of their influence on dominant phytopathogens of agricultural plant seeds. The studied monard species are differ according to morphometric parameters, perianth color, smell, they are easily cultivated and are promising for cultivation in our zone in open ground. The analysis of the dynamics of the accumulation of essential oil in the above-ground organs of plants of various monarda species showed its minimum content in the budding phase (0.33 % on average over the years of research). The maximum content of essential oil was noted in the phase of mass flowering: in *M. fistulosa* – 1.8 %, *M. citriodora* – 1.5 % and *M. didyma* – 1.4 %. Studies have shown that the essential oils of *M. fistulosa*, *M. citriodora* and *M. didyma* have antibacterial activity against the genera *Xantomonas* and *Pseudomonas*. A higher activity of the essential oil of pipe monarda compared to other species was noted. The growth of bacteria of the genus *Pseudomonas* was recorded at a concentration of 0.0035 %, and the genus *Xantomonas* – 0.0017 %. As a result of the study of anti-fungal activity of the essential oil of the pipe monarda, a negative effect on the development of all studied fungi was revealed. The diameter of the zone of growth retardation was noted at the level of 19.7 to 10.1 mm, however, higher efficiency was registered in variants with concentrations of 1 % and 0.1 % against *Alternaria* spp. (19.7 and 18.1 mm) and *Aspergillus* spp. (19.6 and 17.5 mm). Fungi of the genus *Fusarium* were less sensitive to the biological agent and the diameter of the zone of growth retardation varied from 14.2 mm to 13.8 mm, according to concentrations of 1 % and 0.1 %. Reducing the concentration of essential oils to 0.01 % led to a decrease in the zone of growth retardation: *Alternaria* spp. – 15.5 mm, *Aspergillus* spp. – 15.0 mm, *Fusarium* spp. – 10.1 mm.

**Keywords:** medicinal plants, monard, essential oils, antibacterial, antifungal properties, bioactivity

## Антибактеріальні та антифугальні властивості ефірної олії монарди (*Monarda L.*) щодо домінуючих мікроміцетів насіння сої

Н. П. Коваленко | Г. Д. Поспелова | Є. В. Дзюба | Є. О. Лаврський

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава, Україна

Все більше уваги виробники засобів захисту рослин приділяють розробці біологічних препаратів, основою яких є природні речовини з антимікробною активністю. В Україні вже застосовуються препарати на основі рослинних екстрактів, що володіють фунгіцидними властивостями. Вони сприяють підвищенню врожайності, відновленню тканин, покращенню засвоєння культурними рослинами корисних речовин і виявляють протівірусну дію. Зростає зацікавленість монардою через високий вміст в ефірній олії біологічно активних речовин з антибактеріальними та антифугальними властивостями. Мета роботи: вивчення морфобіологічних особливостей *Monarda fistulosa* L., *M. citriodora* Cerv.ex Lag. та *M. didyma* L., визначення антимікробної та антифугальної активності ефірних олій досліджуваних видів рослин, з'ясування їх впливу на домінуючі фітопатогени насіння сільськогосподарських рослин. Досліджувані види монарди відрізняються за морфометричними параметрами, кольором оцвіттини, запахом, легко культивуються і є перспективними для вирощування в нашій зоні у відкритому ґрунті. Аналіз динаміки накопичення ефірної олії в надземних органах рослин різних видів монарди показав мінімальний її вміст у фазі бутонізації (в середньому за роки досліджень 0,33 %). Максимальний вміст ефірної олії відмічався у фазі масового цвітіння: у *M. fistulosa* – 1,8 %, *M. citriodora* – 1,5 % і *M. didyma* – 1,4 %. Дослідженнями встановлено, що ефірні олії *M. fistulosa*, *M. citriodora*, і *M. didyma* володіють антибактеріальною активністю щодо родів *Xantomonas* і *Pseudomonas*. Відзначено більш високу активність ефірна олія монарди дудчастої порівняно з іншими видами. Ріст бактерій роду *Pseudomonas* реєструвався за концентрації 0,0035 %, а роду *Xantomonas* – 0,0017 %. В результаті дослідження антифугальної активності ефірної олії монарди дудчастої виявлено негативний вплив на розвиток всіх досліджуваних грибів. Діаметр зони затримки росту відмічався на рівні від 19,7 до 10,1 мм, проте більша ефективність реєструвалася у варіантах з концентраціями 1 % та 0,1 % проти *Alternaria* spp. (19,7 та 18,1 мм) і *Aspergillus* spp. (19,6 та 17,5 мм). Гриби роду *Fusarium* були менш чутливими до біологічного агенту і діаметр зони затримки росту змінювався від 14,2 мм до 13,8 мм відповідно до концентрацій 1 % та 0,1 %. Зменшення концентрації ефірної олій до 0,01 % призвело до зменшення зони затримки росту: *Alternaria* spp. – 15,5 мм, *Aspergillus* spp. – 15,0 мм, *Fusarium* spp. – 10,1 мм.

**Ключові слова:** лікарські рослини, монарда, ефірні олії, антибактеріальні властивості, протигрибкові властивості

**Бібліографічний опис для цитування:** Коваленко Н. П., Поспелова Г. Д., Дзюба Є. В., Лаврський Є. О. Антибактеріальні та антифугальні властивості ефірної олії монарди (*Monarda L.*) щодо домінуючих мікроміцетів насіння сої. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 63–68.

## Вступ

В останні десятиліття екологізація рослинництва та перехід на органічні форми господарювання стає світовим трендом. Все більше світові гіганти-виробники засобів захисту рослин приділяють увагу розробці біологічних препаратів. Тому нині актуально проводити пошук природних речовин з антимікробною активністю [3, 13].

В цьому ключі увагу науковців привертають лікарські рослини, біологічно активні речовини яких володіють фунгіцидними і бактерицидними властивостями. В агарному секторі України вже застосовуються препарати на основі рослинних екстрактів, що діють за типом фунгіцидів, зміцнюючи при цьому захисні властивості рослин. Вони сприяють підвищенню врожайності, відновленню тканин, покращенню засвоєння культурами корисних речовин і виявляють противірусну дію [6, 5, 19].

Доведена ефективність використання не лише нативних екстрактів (ехінацеї пурпурової, цмину піщого, чорнобривців низеньких та ін.), а й ефірних олій лікарських рослин в контролі насіннєвих інфекцій. В Україні вже існують промислові плантації лікарських рослин, які можуть бути сировинною базою для розробки нових біопрепаратів і є усі передумови збільшення асортименту та площ рослин – джерел антимікробних компонентів.

Одне з перших місць серед рослин за своїми бактерицидними властивостями займає монарда. Назву рід отримав на честь іспанського лікаря Ніколоса Батіста Монардеса, який вперше описав рослину після того, як вона була завезена в Іспанію на початку XVI ст. Походить рослина із Північної Америки та Канади. У світовій флорі налічується 20 видів роду Монарда (*Monarda* L.), родини *Lamiaceae*. Поширена у сухих районах, зростає на гірських схилах, а вологолюбні види займають вологі луки та лісові галявини. В Україні найбільш відомими є три види: монарда дудчаста (*Monarda fistulosa* L.), монарда лимонна (*Monarda citriodora* Cerv.ex Lag) та монарда двійчаста (*Monarda didyma* L.). Все більшої популярності набуває її вирощування як декоративної, лікарської, ефіро-олійної та пряно-ароматичної рослини, внаслідок цього у багатьох країнах Європи та Америки види роду Монарда введені в культуру [2, 11, 21].

Зацікавленість цією рослиною зростає через вміст у ній ефірної олії, масова частка якої за даними різних літературних джерел коливається від 0,51 до 2,80 % при перерахунку на абсолютно суху сировину [2, 11]. На сьогоднішній день ідентифіковано понад 40 компонентів, що входять до її складу. Основними з них є тимол (від 1,4 до 56,3 %) і карвакрол, а також 1,8-цинеол, гераніол, терпинен, лимонен, ліналоол, мирцен [5, 14, 20].

Зважаючи на це, перспективним є її використання як інгредієнту та натурального консерванту для харчової промисловості, антимікробного засобу в медицині та можливого засобу захисту рослин від хвороб і шкідників. Через високий вміст фенолів ефірна олія виявляє активність проти широкого спектру патогенних, умовно-патогенних мікро-

організмів та грибів [1, 7, 12, 16]. Надземна частина містить також вітаміни С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> та інші біологічно активні речовини.

Встановлено, що якісний і кількісний склад ефірних олій залежить від ряду факторів, серед яких: різниця в хемотипах, географічне походження зразка, умови та місце вирощування, технології виробництва ефірної олії, зберігання рослинної сировини, а також від того, яка частина рослин використовується [8, 21]. Також вміст та компонентний склад ефірної олії залежать від стадії онтогенезу рослин. Це явище описано також для ряду культур із родини *Lamiaceae* [2, 10].

Ефірна олія монарди вже знайшла застосування в медицині, оскільки має високу бактерицидну, противірусну, протигрибкову, протимікоплазмову та антигельмінтну активність, виявляє імуномодулюючий ефект, антиоксидантну, радіопротекторну, антисклеротичну, десенсибілізуючу, протионкологічну, протизапальну та знеболювальну дію.

Механізм бактерицидної дії монарди на мікробні клітини полягає в порушенні їх оболонки і пригніченні дихання, в результаті чого бактерія гине [10]. Проте фунгіцидні концентрації ефірної олії монарди вивчено недостатньо. Серед міцеліальних грибів увагу дослідників привертають представники роду *Aspergillus* (*A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger*) [9]. Аспергіли є природним компонентом ґрунту, зустрічаються у воді, продуктах харчування, вентиляційних системах, на поверхні листків кімнатних і декоративних рослин.

Стосовно біозахисту рослин від хвороб зростає зацікавленість вивченням впливу олії монарди на збудників фузаріозу, альтернаріозу та інших захворювань. У сприятливих для розвитку альтернаріозу або кладоспоріозу роки на рослинах з'являються плями, що призводять до некрозів і значних втрат насіннєвої продуктивності. Тому пошук нових ефективних та безпечних засобів боротьби з грибними фітопатогенами має велику актуальність для сільськогосподарського виробництва.

## Мета дослідження

Мета роботи: Вивчення морфобіологічних особливостей *Monarda fistulosa* L., *M. citriodora* Cerv.ex Lag. та *M. didyma* L., визначення антимікробної та антифугальної активності ефірних олій досліджуваних видів рослин, з'ясування їх впливу на домінуючі фітопатогени насіння сільськогосподарських рослин.

## Матеріали і методи

Вивчення морфобіологічних особливостей розвитку рослин монарди дудчастої (*Monarda fistulosa* L.), лимонної (*Monarda citriodora* Cerv.ex Lag) та двійчастої (*Monarda didyma* L.) проводили в умовах СФГ «Світ» Дніпропетровської області в 2021 та 2022 роках.

В якості рослинної сировини використовували надземну частину рослин. В лабораторних умовах кафедри захист рослин Полтавського державного аграрного університету отримували ефірні олії



методом гідродистиляції свіжозібраних у різні фази розвитку рослин [4].

Тест-об'єктами слугували фітопатогенні організми виділені з насіння сої сорту Ворскла під час проведення фітоекспертизи за загальноприйнятою методикою [15]. Кількісний склад мікроміцетів визначався методом роздавленої краплі, а видова приналежність – за визначниками [17].

Для вивчення антибактеріальної активності ефірної олії монарди (ЕОМ) використовували метод серійних макророзведень. В якості тест-культур використовували бактерії *Xantomonas spp.* і *Pseudomonas spp.* Пробірки з розведеннями поміщали в термостат на 24 години при температурі 35°C. Концентрації ЕОМ, при яких не було відзначено росту мікроорганізмів, були визначені як мінімальні бактерицидні концентрації.

### Таблиця 1

Морфологічні особливостей досліджуваних видів монарди

Показники	Монарда дудчаста ( <i>Monarda fistulosa</i> L.)	Монарда лимонна ( <i>Monarda citriodora</i> Серв. Ex Lag.)	Монарда двійчаста ( <i>Monarda didyma</i> L.)
Коренева система	кореневище	кореневище	довге повзуче кореневище
Висота рослини	100–110 см	60–90 см	70–150 см
Форма листка	довгасто-яйцеподібна	ланцетна	овальна або яйцеподібна
Довжина листка	4–10 см	3–8 см	6–14 см
Колір листка	зелений з червонуватим або коричневим відтінком	сріблясто-сірий	світло-зелений з добре помітними червоними прожилками
Колір квіток	бузковий	темно-бузковий або світло-ліловий	малиновий або фіолетовий
Розмір квіткі	2–3 см	2–3 см	до 4 см
Аромат	цитрусовий	лимону та м'яти	сильний
Суцвіття	несправжні мутовки, оточені червоними прилистками	мутовки	головчасте
Кількість квіток у суцвітті	230–292	232–270	326–342
Період квітування	червень-липень	червень-серпень	червень-серпень
Кількість насінин в суцвітті	485–585	468–528	650–680

Монарда дудчаста (трубчаста) (*Monarda fistulosa* L.) – багаторічна полікарпічна рослина, вегетаційний період триває 173–230 днів. Стебло розгалужене (до 1,1 м заввишки), округло чотиригранне, голе; починаючи із середини стає опушеним короткими притиснутими волосками. Листки прості, довгасто-яйцеподібні, зубчасті, довжиною до 4–10 см. Квітки дрібні (2–3 см), бузкового кольору, зібрані в пазушні несправжні мутовки, розташовані на кінцях основного та бічних пагонів. На кожному квітконосному пагоні зазвичай розташовано 5–9 суцвіть діаметром 5–7 см. У кожному суцвітті 190–260 квіток.

За нашими спостереженнями, цвітіння настає наприкінці червня – у середині липня, залежно від температурного режиму. Період цвітіння становить від 30 до 50 днів. Насіння на материнській рослині дозріває у 3-й декаді серпня – 1-му тижні вересня.

Монарда лимонна (*Monarda citriodora* Серв. Ex Lag.) – багаторічна трав'яниста рослина з тонким чотиригранним прямостоячим, злегка розгалуженим стеблом. У цього виду листки ланцетної форми злегка опушені, сріблясто-сірого кольору. Суцвіття складені з 5-7 мутовок з дрібними темно-бузковими або світло-ліловими квітками. Зацвітає рослина на початку липня, цвіте рясно до пізніх заморозків. Всі частини рослини мають сильний приємний, трохи пряний аромат.

Антифугальну активність визначали методом паперових дисків на щільному живильному середовищі Чапека. Для скринінгу антигрибкової активності ЕОМ були використані концентрації 1,0; 0,1; 0,01%. Посіви спор грибів родів *Alternaria spp.*, *Aspergillus sp.*, *Fusarium spp.* інкубували при температурі 26°C протягом 72 годин. Потім визначали діаметр зони затримки росту досліджуваних родів грибів [18].

### Результати та їх обговорення

Під час досліджень, протягом періоду вегетації 2021 та 2022 років, проводилося вивчення морфологічних особливостей досліджуваних видів монарди (табл. 1).

Монарда двійчаста (*Monarda didyma* L.) – багаторічна трав'яниста рослина з довгим повзучим кореневищем та прямостоячими, чотиригранними, дрібноопушеними, облісненими стеблами. Листки овальної або яйцеподібної форми. Квітки дрібні (до 4 см), трубчасті, малинового або фіолетового кольору, зібрані в головчасте суцвіття 6–9 см у діаметрі, оточене великими приквітками. За даними Свиденко Л. В., Лібусь О. К., Работягова В. Д. вид зимостійкий та посухостійкий, добре росте на сонячних ділянках та у півтіні [11, 21].

Маса 1000 насінин незалежно від виду монарди в середньому становила 0,8–1,1 г. Крім того, нами визначались якісні показники насіннєвого матеріалу. Слід відмітити, що лабораторна схожість насіння монарди у темряві становила 67%, а на світлі – на 12% більше.

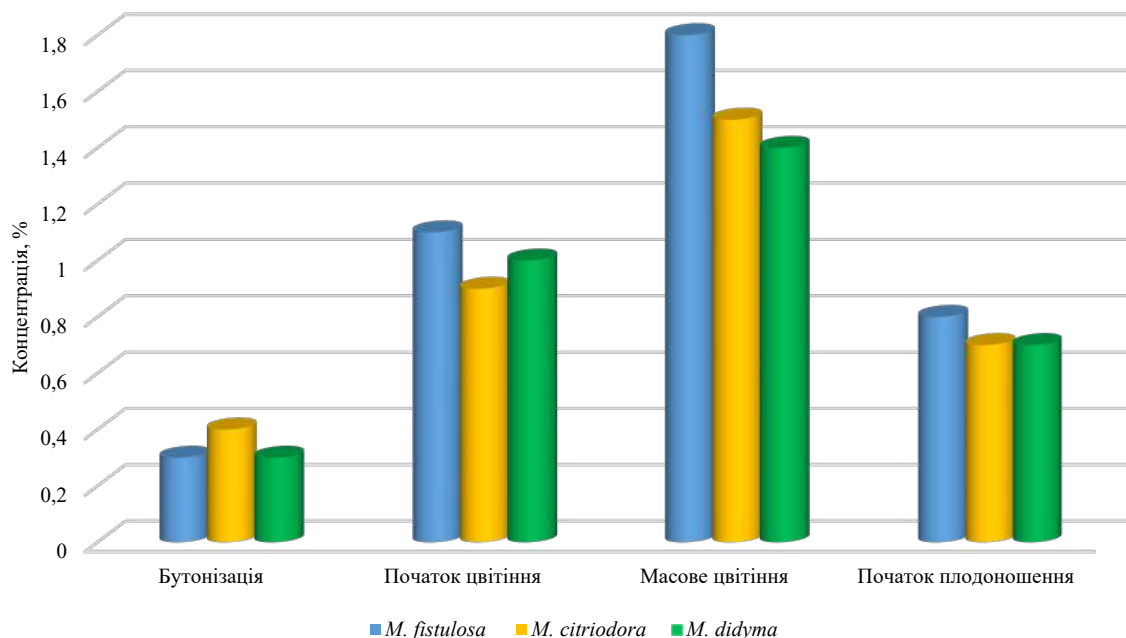
Протягом вегетації проводилося визначення вмісту ефірної олії в надземній масі. З цією метою у фази бутонізація, початок цвітіння, масове цвітіння, початок плодоношення відбиралися проби для подальшого отримання ефірної олії. В результаті досліджень встановлено, що залежно від фази розвитку рослини вміст ефірної олії в лікарській сировині змінюється (рис. 1).

При вивченні динаміки накопичення ефірної олії в надземних органах рослин різних видів монарди нами відмічено, що мінімальний її вміст був у фазу

бутонізації – в середньому за роки досліджень становив 0,33 % не залежно від виду культури. Максимальний вміст ефірної олії відмічався у фазу масового цвітіння, так у *M. fistulosa* – 1,8 %, *M. citriodora* – 1,5 % і *M. didyma* – 1,4 %.

Варто відмітити, що від фази бутонізації до фази початок цвітіння накопичення ефірної олії відбувалося стрибкоподібно, тоді як починаючи з фази

масового цвітіння зниження показника було поступовим. Аналізуючи отримані дані можна відміти, що при вирощуванні культури на ефірну олію доцільно проводити зрізування рослин у фазу масового цвітіння. Порівнюючи динаміку і рівень накопичення ефірної олії у різних видів монарди, необхідно зазначити, що найбільший рівень її вмісту відмічений у *M. fistulosa*.



**Рис. 1.** Вміст ефірної олії в надземній масі досліджуваних видів монарди (середнє за роки досліджень)

Наступним етапом досліджень була оцінка антибактеріальної та антифугальної активності ефірних олій обраних видів монарди щодо виділених нами з насіння сої сорту Ворскла культур фітопатогенних мікроорганізмів: грибів родів *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria* та бактерій родів *Pseudomonas*, *Xantomonas*.

Для визначення антибактеріальної активності, а саме мінімальної пригнічуючої концентрації ефірної олії монарди, використовували метод серійних макророзведень (табл. 2).

**Таблиця 2**

Антибактеріальна активність ефірних олій монарди

Тест-бактерія	Серійні подвійні розведення (МБК, %)							
	0,25	0,12	0,06	0,03	0,015	0,007*	0,0035	0,0017
<b>Монарда дудчаста</b>								
<i>Xantomonas</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Pseudomonas</i> spp.	-	-	-	-	-	-	+	+
<b>Монарда лимонна</b>								
<i>Xantomonas</i> spp.	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Pseudomonas</i> spp.	-	-	-	-	-	+	+	+
<b>Монарда двійчаста</b>								
<i>Xantomonas</i> spp.	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Pseudomonas</i> spp.	-	-	-	-	-	+	+	+

Примітки: \* + наявність росту бактерій;  
- відсутність росту бактерій.

Дослідженнями встановлено, що ефірні олії *M. fistulosa*, *M. citriodora*, і *M. didyma* володіють антибактеріальною активністю щодо родів *Xantomonas* і *Pseudomonas*. Проте більш активною у розведеннях від 0,007 % виявилася ефірна олія монарди дудчастої. Так, ріст бактерій роду *Pseudomonas* реєструвався за концентрації 0,0035 %, а роду *Xantomonas* – 0,0017 %.

Антибактеріальна активність ефірних олій монарди лимонної та дудчастої була на одному рівні (табл. 2). Мінімальна пригнічуюча концентрація ефірної олії монарди дудчастої щодо бактерій роду *Pseudomonas* становила 0,007 %, до роду *Xantomonas* – 0,0035%, а монарди лимонної та двійчастої – 0,015 % та 0,007 % відповідно.

В результаті дослідження антифугальної активності ефірної олії монарди дудчастої виявлено негативний вплив на розвиток всіх досліджуваних грибів. Діаметр зони затримки росту відмічався на рівні від 19,7 до 10,1 мм, проте більша ефективність реєструвалася у варіантах з концентраціями 1 % та 0,1 % проти *Alternaria* spp. (19,7 та 18,1 мм) і *Aspergillus* spp. (19,6 та 17,5 мм) (табл. 3). Гриби роду *Fusarium* були менш чутливими до біологічного агенту і діаметр зони затримки росту змінювався від 14,2 мм до 13,8 мм відповідно до концентрацій 1 % та 0,1 %. Зменшення концентрації ефірної олії до 0,01 % призвело до зменшення зони затримки росту: *Alternaria* spp. – 15,5 мм, *Aspergillus* spp. – 15,0 мм, *Fusarium* spp. – 10,1 мм.

Таблиця 3

Антифугальна активність ефірної олії монарди

Тест-культури бактерій	Діаметри зони затримки росту, мм		
	1 %	0,1 %	0,01 %
Монарда дудчаста			
<i>Alternaria</i> spp.	19,7	18,1	15,5
<i>Aspergillus</i> spp.	19,6	17,5	15,0
<i>Fusarium</i> spp.	14,2	13,8	10,1
Монарда лимонна			
<i>Alternaria</i> spp.	16,8	16,2	13,3
<i>Aspergillus</i> spp.	15,3	14,8	12,2
<i>Fusarium</i> spp.	12,6	11,7	9,8
Монарда двійчаста			
<i>Alternaria</i> spp.	16,4	15,9	14,3
<i>Aspergillus</i> spp.	15,5	14,3	13,1
<i>Fusarium</i> spp.	12,5	10,9	10,2

Аналогічна тенденція простежувалася у варіантах з використанням ефірної олії інших видів монарди, однак ступінь вираженості ефекту відрізнявся. Так, фунгістатична дія ефірної олії монарди лимонної проявилася у зменшенні зони затримки росту зі зменшенням концентрації від 1 % до 0,01 % щодо *Alternaria* spp. – з 16,8 мм до 13,3 мм, *Aspergillus* spp. – з 15,3 мм до 12,2 мм, *Fusarium* spp. – з 12,6 мм до 9,8 мм. Найнижчу чутливість досліджувані фітопатогени виявили до ефірної олії монарди двійчастої.

### Висновки

Досліджувані види монарди відрізняються за морфометричними параметрами, кольором оцвітіння, запахом, легко культивуються і є перспективними для вирощування в нашій зоні у відкритому ґрунті.

Аналіз динаміки накопичення ефірної олії в надземних органах рослин різних видів монарди показав мінімальний її вміст у фазі бутонізації (в середньому за роки досліджень 0,33 %). Максимальний вміст ефірної олії відмічався у фазі масового цвітіння: у *M. fistulosa* – 1,8 %, *M. citriodora* – 1,5 % і *M. didyma* – 1,4 %.

Виявлено антибактеріальну активність ефірної олії *M. fistulosa*, *M. citriodora*, і *M. didyma* щодо родів *Xantomonas* і *Pseudomonas*. Найбільшою активністю вирізнялася ефірна олія монарди дудчастої.

Всі досліджувані олії володіли певною антифугальною активністю, однак рівень її прояву різнився залежно від виду продуцента та концентрації робочого розчину.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні ефірних олій лікарських рослин перспективних для застосування в біологічному захисті від фітопатогенних організмів.

### Конфлікт інтересів


Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

### References

- Adebayo, O., Bélanger, A., & Khanizadeh, S. (2013). Variable inhibitory activities of essential oils of three *Monarda* species on the growth of *Botrytis cinerea*. *Canadian Journal of Plant Science*, 93 (6), 987–995. <https://doi.org/10.4141/cjps2013-044>
- Bodrug, M. V. (1993). *Introduktsiya novikh efiromaslichnikh rastenii v Moldove*. Kishinev: Shtiintsa [in Russian]
- Dayan, F. E., Cantrell, C. L., & Duke, S. O. (2009). Natural products in crop protection. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 17 (12), 4022–4034. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2009.01.046>
- Derzhavna farmakopeia Ukrainy. (2001). Kharkiv: RIREH [in Ukrainian]
- Grzeszczuk, M., Wesołowska, A., & Stefaniak, A. (2020). Biological value and essential oil composition of two *Monarda* species flowers. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 19 (4), 105–119. <https://doi.org/10.24326/asphc.2020.4.10>
- Gwinn, K. D., Greene, S. E., Trently, D. J., Ownley, B. H. & Hamilton, S. L. (2003). *Monarda*: a new control strategy. *Proceedings of the Southern Nurseryman's Association Research Conference*, 48, 208–211.
- Gwinn, K. D., Ownley, B. H., Greene, S. E., Clark, M. M., Taylor, C. L., Springfield, T. N., Trently, D. J., Green, J. F., Reed, A., & Hamilton, S. L. (2010). Role of essential oils in control of *Rhizoctonia damping-off* in tomato with bioactive *monarda* herbage. *Phytopathology*, 100 (5), 493–501. <https://doi.org/10.1094/phyto-100-5-0493>
- Ianchenko, I. A. (2016). Vplyv sortovykh osoblyvostei monardy dviichastoi na vykhid efirnoi olii z roslynnoi syrovyny u Pivdenomu stepu Ukrainy. *Visnyk Umans'koho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 1, 54–58. [in Ukrainian]
- Kinash, O. V., Lisachenko, O. D., & Kupriyan, K. V. (2018). Fungicidal and inhibitory effects of *monarda fistulosa* essential oil and eugenol against fungi of *Aspergillus* genus. *World of Medicine and Biology*, 14 (63), 169. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2017-4-62-169-173>
- Kovalenko, N. P., Sherstiuk, O. L., & Lebedieva, A. H. (2015). Likuvni vlastyosti efirnoi olii *Monarda fistulosa*. *Problemy vidvorennya ta okhorony bioriznomanittia Ukrainy: Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (16 kvitnia 2015 r.)*. (pp. 99–101). Poltava [in Ukrainian]
- Libus, O. K. (red.). (2004). *Monarda dudchataya Monarda fistulosa* L. Efiromaslichnie i pryanoaromaticheskie rasteniya: nauchno – populyarnoe izdanie. (pp. 184–189). Kherson: Ailant [in Russian]
- Lu, Z. G., Li, X. H., & Li, W. (2011). Chemical composition of antibacterial activity of essential oil from *Monarda citriodora* flowers. *Advanced Materials Research*, 183–185, 920–923. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.183-185.920>
- Lupashku, G. A., Chekirlan, A. G., Dragalin, I. P., & Lupashku, L. F. (2019). Vliyanie efirmikh masel koriandra (*Coriandrum sativum* L.) na fitopatogennye mikroorganizmy v chistoi kulture. *Lekarstvennoe rastenievodstvo: ot opita proshlogo k sovremennim tekhnologiyam. Materialy sedmoi Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, (maya 2019, Poltava)*. (pp. 151–153) [in Russian]
- Memar, M. Y., Raei, P., Alizadeh, N., Akbari Aghdam, M., & Kafil, H. S. (2017). Carvacrol and thymol: strong antimicrobial agents against resistant isolates. *Reviews in Medical Microbiology*, 28 (2), 63–68. <https://doi.org/10.1097/mrm.000000000000100>
- DSTU 2240-93. *Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Sortovi ta posivni yakosti. Tekhnichni umovy. Chynnyi vid 1994-07-01*. (1994). Kyiv [in Ukrainian]
- Pandey, A. K., Kumar, P., Singh, P., Tripathi, N. N., & Bajpai, V. K. (2017). Essential oils: sources of antimicrobials and food preservatives. *Frontiers in Microbiology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.02161>

17. Petrenkova, V. P., Cherniaieva, I. M., Markova, T. Yu., Chernobai, L. M., Borovska, I. Yu., & Sokol, T. V. (2004). *Nasinnieva infektsiia polovykh kultur*. Kharkiv: Mahda LTD [in Ukrainian]
18. Polianska, V. P., Kinash, O. V., Kovalenko, N. P., & Sarhosh, O. V. (2015). Vyznachennia minimalnoi prykhichuiuchoi konsentratsii efirnoi olii *Monarda fistulesa* dlia kultury hrybiv vydu *Aspergillus fumigatus*. *Svit Medytsyny ta Biolohii*, 2 (49), 150–153. [in Ukrainian]
19. Pospelova, G. D., Kovalenko, N. P., Barabolya, O. V., & Zdor, V. M. (2020). Analysis of phyto-pathogenic condition of medicinal plants and prospects of using bio-control in protection system. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 79–87. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.10>
20. Shanaida, M. I., Svydenko, L. V., Hvozdyk, N. V., & Hudz, N. I. (2021). Chromatographic analysis of essential oils obtained from the lemon beebalm herb in the different vegetation phases. *Pharmaceutical Review Farmaceutičnij Časopis*, 1, 23–32. <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2021.1.11936>
21. Svydenko, L. V. (2008). Vychennia efirooliinosti *Monarda fistulosa* L. *Chornomorskyi Botanichnyi Zhurnal*, 1, 61–66. [in Ukrainian]

#### ORCID

N. Kovalenko  <https://orcid.org/0000-0001-5998-1745>  
G. Pospelova  <https://orcid.org/0000-0002-8030-1166>



2023 Kovalenko N. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Influence of cow keeping and milking technologies on sanitary and hygiene indicators of raw milk

T. Krupelnysky | V. Sokoliuk✉

### Article info

**Citation:** Krupelnysky, T., & Sokoliuk, V. (2023). Influence of cow keeping and milking technologies on sanitary and hygiene indicators of raw milk. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 69–75. doi: 10.31210/spi2023.26.03.13

### Correspondence Author

V. Sokoliuk

E-mail:

[vmsokoluk@gmail.com](mailto:vmsokoluk@gmail.com)

Polissia National University,  
Sary Boulevard, 7,  
Zhytomyr, 10008,  
Ukraine

The article provides a study of the organization of milk production technology in the farm with untethered and tethered cows. It was found out that Dairy Plan C21 herd management software is used on one of the dairy farms. Before and after milking, the skin of cows is treated with means based on the probiotic culture of *Bacillus subtilis*, Bable Pure and Zooprotect Forte. Based on the results of research, data on production and sales were obtained, indicators of safety and quality of raw milk from three departments were analyzed. The gross production of milk at the Sokyryntsi dairy farm was 1240.77 tons, the average annual yield per cow was 7560 kg, and the marketability was 98.1 %. The production indicators at the "Pochapintsi" and "Golenishchevo" departments were: milk production – 916.23 and 943.95 tons, average annual yield per fodder cow – 7542 and 7902 kg, marketability 97.9 % and 96.8 %, respectively. It was found that the average annual indicators of the amount of MAFAnM in raw collected milk from the dairy farm "Sokyryntsi" for unattached and box housing was  $21 \pm 4.2 \times 10^4$  thousand CFU/cm<sup>3</sup>, and for tied milk – (Pochapyntsi branch and "Golenishchevo")  $19 \pm 3.4 \times 10^4$  and  $21 \pm 4.3 \times 10^4$  thousand CFU/cm<sup>3</sup>, respectively. Based on the results of research, it was established that the number of somatic cells in collected milk from cows, according to different methods of their maintenance, was within the normal range. Thus, in the milk of cows of the "Sokyryntsi" department, this indicator was  $253.0 \pm 17.22$  thousand/cm<sup>3</sup>, "Pochapintsi" and "Golenishchevo" –  $255.6 \pm 29.12$  and  $289.1 \pm 27.05$  thousand/cm<sup>3</sup>, respectively, that is, milk obtained from cows in three departments meets the requirements of the highest grade. It should be noted a slightly lower level of fat in the milk of cows from the Pochapintsi and Golenishchevo dairy farms,  $3.7 \pm 0.107$  % and  $3.66 \pm 0.093$  %, compared to milk from cows from the Sokyryntsi dairy farm –  $3.91 \pm 0.103$  %. The protein content in the milk of cows from different departments was at the level of  $3.18 \pm 0.069$  % and  $3.19 \pm 0.072$  and  $3.24 \pm 0.035$  %, respectively. According to the research results, no residues of antibiotics, heavy metals, mycotoxins, pesticides, radionuclides and inhibitory substances were found in raw collected milk. The obtained data indicate that the milk produced on the farm and sold to processing enterprises meets the requirements of the national standard and is suitable for the production of safe and high-quality products.

**Keywords:** technology, dairy cows, milk production, udder hygiene, safety and milk quality.

## Вплив технологій утримання та доїння корів на санітарно-гігієнічні показники молока-сировини

Т. В. Крупельницький | В. М. Соколюк

Поліський національний  
університет,  
м. Житомир, Україна

У статті наведено дослідження організації технології виробництва молока в господарстві за безприв'язно-боксового і прив'язного утримання корів. З'ясовано, що на одній із молочнотоварних ферм використовують програмне забезпечення управління стадом Dairy Plan C21. Перед і після доїння обробку шкіри дійок корів проводять засобами на основі пробіотичної культури *Bacillus subtilis*, препаратами Bable Pure і Зоопротект Форте. За результатами досліджень отримано дані щодо виробництва і реалізації, проаналізовано показники безпечності і якості молока-сировини з трьох відділків. Валове виробництво молока на молочнотоварній фермі «Сокиринці» складало 1240,77 тон, середньорічний надій на одну корову – 7560,0 кг, товарність – 98,1 %. Виробничі показники на відділеннях «Почапінці» і «Голенишево» становили: виробництво молока – 916,23 і 943,95 тон, середньорічний надій на одну фуражну корову – 7542 і 7902 кг, товарність 97,9 % і 96,8 % відповідно. З'ясовано, що середньорічні показники кількості МАФАНМ у сирому збірному молоці з молочнотоварної ферми «Сокиринці» за безприв'язно-боксового утримання становили  $21 \pm 4,2 \times 10^4$  тис. КУО/см<sup>3</sup>, а прив'язного – (відділення «Почапінці» і «Голенишево»)  $19 \pm 3,4 \times 10^4$  і  $21 \pm 4,3 \times 10^4$  тис. КУО/см<sup>3</sup> відповідно. За результатами досліджень було встановлено, що кількість соматичних клітин у збірному молоці від корів, за різних способів їх утримання, була в межах норми. Так, у молоці корів відділення «Сокиринці» цей показник становив  $253,0 \pm 17,22$  тис./см<sup>3</sup>, «Почапінці» і «Голенишево» –  $255,6 \pm 29,12$  та  $289,1 \pm 27,05$  тис./см<sup>3</sup> відповідно, тобто молоко отримане від корів на трьох відділеннях відповідає вимогам вищого гатунку. Слід відмітити дещо нижчий рівень жиру в молоці корів з молочнотоварної ферми «Почапінці» і «Голенишево»  $3,7 \pm 0,107$  % та  $3,66 \pm 0,093$  % порівняно з молоком від корів з молочнотоварної ферми «Сокиринці» –  $3,91 \pm 0,103$  %. Вміст білка в молоці корів з різних відділень був на рівні  $3,18 \pm 0,069$  % і  $3,19 \pm 0,072$  та  $3,24 \pm 0,035$  % відповідно. За результатами досліджень у сирому збірному молоці не виявлено залишків антибіотиків, важких металів, мікотоксинів, пестицидів, радіонуклідів та інгібувальних речовин. Отримані дані вказують, що молоко яке виробляється в господарстві і реалізується на переробні підприємства відповідає вимогам національного стандарту, є придатним для виготовлення безпечної і якісної продукції.

**Ключові слова:** технологія, дійні корови, виробництво молока, гігієна вимені, безпечність і якість молока.

**Бібліографічний опис для цитування:** Крупельницький Т. В., Соколюк В. М. Вплив технологій утримання та доїння корів на санітарно-гігієнічні показники молока-сировини. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 69–75.

## Вступ

Молочне скотарство в Україні традиційно рахується стратегічною галуззю у сільсько-господарському виробництві. На її долю приходить більше 50 % валового об'єму продукції тваринництва у вартісному еквіваленті. В нашій країні реалізується програма розвитку молочної галузі, метою якої є підвищення її економічної ефективності. Це досягається шляхом раціонального використання технології виробництва продукції, забезпеченням переробної промисловості дешевою сировиною, стабільним постачанням населенню безпечних і якісних молочних продуктів [1, 2].

На сьогодні одним із ключових завдань при виході виробників на внутрішній і зовнішній ринки є конкурентоспроможність продукції, яка забезпечується низькими затратами на виробництво і сприятливими цінами. В нашій країні створені правові та організаційні основи забезпечення безпечності і якості молока та молочних продуктів для споживання населення; збереження довкілля під час їх виробництва, переробки, зберігання і реалізації [3–5]. Також прийняті нормативні документи зокрема Закон України «Про молоко та молочні продукти» від 05.04.2015 та наказ Міністерства аграрної політики за №118 «Про затвердження вимог до безпечності та якості молока і молочних продуктів» [6, 7].

Вступ України до Європейського Союзу передбачає адаптування законів до вимог законодавства ЄС. З цією метою розроблено та введено в дію новий національний стандарт ДСТУ 2662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови», який містить сучасні вимоги до виробництва і обігу молока [8].

Тому актуальним є питання аналізу стану ветеринарно-санітарних умов виробництва молока за різних технологій та удосконалення методів контролю характеристик його безпечності і якості.

## Мета дослідження

Метою роботи було провести аналіз санітарно-гігієнічних показників молока, рівня його реалізації в залежності від технології виробництва в ТОВ «Агрхолдинг 2012» Хмельницької області.

## Матеріали і методи

Для виконання роботи були вивчені існуючі технології виробництва молока в господарстві, проведений аналіз показників безпечності і якості, рівень його реалізації по гатунках в умовах ТОВ «Агрхолдинг 2012» упродовж 2022 року. Визначення показників якості і безпечності молока проводили в Хмельницькій регіональній державній лабораторії державної служби з питань безпечності харчових продуктів та захисту прав споживачів, Дунаєвській міжрайонній державній лабораторії Держпродспоживслужби та Випробувальній лабораторії ТОВ «СмартБіоЛаб» (м. Харків).

Матеріалом для дослідження були 643 корови української чорно-рябої молочної породи, які утримувалися за різних способів на трьох відділеннях господарства.

На молочнотоварній фермі с. Сокиринці застосовують цілорічне стійлове безприв'язно-боксове утримання тварин. Тут нараховувалося 237 дійних корів, доїння триразове, проводять в доїльній залі, з використанням автоматизованої установки типу «Ялинка» на 24 місця виробництва компанії «Westfalia» (Німеччина). Для обробки вимені до і після доїння використовують засоби Н 12 і Z 2 на основі пробіотичної культури *Bacillus subtilis*. Це прозорі рідини маслянистої консистенції, без запаху. Згідно інструкції по застосуванню, концентрат засобу розводили у воді за температури 40° С і витримували 6–8 годин біля джерела тепла. Робочий розчин наносили за допомогою розбризкувача, що дає змогу дезінфікувати, як поверхню дійок, так і шкіру вимені. Для охолодження і зберігання молока використовують холодильну установку типу «Westfalia».

Стійлову систему з прив'язним утриманням застосовують на молочнотоварній фермі с. Почапинці і с. Голенищево, кількість дійних корів становила 195 і 211 голів відповідно. Доять корів з використанням доїльної установки з молокопроводом УДМ-200 «Брацлавчанка» (Україна). Молоко по трубопроводу транспортується в загальну лінію, де вимірюється, фільтрується і перекачується в ємкість для подальшого охолодження та зберігання.

Для санітарної обробки вимені корів використовують біоцидні засоби Bablle Pure і Зоопротект Форте. Концентрований засіб Bablle Pure, до складу якого входить молочна кислота, поверхнево-активні речовини, стабілізатори, об'ємом 5 літрів розводять в 15 літрах води. Готовий розчин наносять на кожну дійку перед доїнням за допомогою піноутворюючого стаканчика, витримують 30 секунд і після цього насухо витирають серветкою із тканини, індивідуально для кожної корови.

Гігієнічний засіб Зоопротект Форте використовують для обробки вимені корів після доїння. До складу препарату входить йод, повідон йоду, молочна кислота, косметичні компоненти. Він проявляє бактерицидні та фунгіцидні властивості, володіє протизапальною та регенеруючою дією, створює надійний захист дійки до наступного доїння. Засіб наносять шляхом повного занурення дійок на 15 секунд в стаканчик з робочим розчином.

На основі звітної документації був проведений аналіз безпечності і якості та реалізації молока на трьох молочнотоварних фермах господарства упродовж дванадцяти місяців. Під час проведення дослідження враховували кількість реалізованого молока у фізичній масі та у перерахунку на залікове молоко (кг) і масову частку жиру (%). Також визначали показники молока, які формують його гатунок. В якості нормативних характеристик гатунку молока використовували національний стандарт ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови». Відбір проб сирого збірного молока

проводили згідно вимог ДСТУ ISO 707:2002. В досліджуваних пробах молока визначали загальну кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) згідно з ДСТУ 7089:2009; кількість соматичних клітин – ДСТУ 7672:2014. Дослідження фізико-хімічних показників молока включали: визначення вмісту молочного жиру, білку та лактози – ДСТУ ISO 9622:2013; густини – ДСТУ 6082: 2009; кислотності – ГОСТ 3624-92. Безпечність молока оцінювали за показниками вмісту інгібуючих речовин – ДСТУ 8397:2015 [9–15].

Статистичну обробку отриманих результатів досліджень проводили за допомогою програми Microsoft Excel 2017, де визначали середньо арифметичну величину (M) та її похибку (m).

### Результати та їх обговорення

Сучасна технологія виробництва молока дозволяє створити комфортні умови для корів і добрі – для високоефективної роботи обслуговуючого персоналу. Згідно розробленої схеми досліду спочатку був проведений аналіз і оцінка технології виробництва молока на різних відділеннях господарства. Було встановлено, що за рахунок вдосконалення системи утримання і годівлі створені умови, які забезпечують біологічні і фізіологічні потреби тварин, механізовані основні та допоміжні технологічні процеси, раціонально організовано комфортні умови праці й відпочинку фахівців галузі і обслуговуючого персоналу.

На молочнотоварній фермі «Сокиринці» використовують безприв'язно-боксове утримання корів, на гумових килимках. В якості підстилки використовують солом'яну різку. Годівля корів проводиться за загальним змішаним раціоном. Роздачу корму здійснюють два рази на день, за допомогою кормозмішувача марки «Ermes». Ця універсальна машина «фермський комбайн» поєднує в собі процеси приготування і роздачу кормів, тим самим зменшується трудомісткість та енергомісткість годівлі корів. Кормовий стіл використовують для згодовування кормів, а за екстремальних погодних умов, непередбачуваних подій і ризиків для тимчасового їх накопичення та зберігання.

Для напування корів використовують групові напувалки, виготовлені з високо-гігієнічних синтетичних матеріалів і нержавіючої сталі. Обладнання легко обслуговується, миється і дезінфікується, має привабливий дизайн. Клапанний механізм напувалки виготовлений з якісного металу, що забезпечує їх надійність при експлуатації, запобігає підтіканню і втраті води. Це попереджає накопичення вологи, що також позитивно впливає на мікроклімат і ветеринарно-санітарний стан приміщень для тварин, безпечність і якість молока. За такого способу утримання тваринам забезпечується добробут, природна активність, що сприяє підвищенню неспецифічного імунного захисту і покращенню їх репродуктивних функцій [16]. Створення комфортних умов для тварин сприяє максимальній реалізації їх генетичного потенціалу і зменшення ручної праці обслуговуючого персоналу (рис. 1).



а



б

**Рис. 1.** Безприв'язно-боксове утримання корів: а – приміщення, б – вигульно-кормові майданчики

Процес доїння корів є одним із складних і затратних (близько 70 %) у виробництві молока. Тварина виступає головним біологічним об'єктом у цій системі, а оператор забезпечує функціонування їх фізіологічних потреб [17, 18]. На молочнотоварній фермі для доїння використовують автоматизовану установку -майданчик типу «Ялинка» (рис. 2).



**Рис. 2.** Доїння корів у доїльній залі

Розумна конструкція доїльної установки поєднує такі важливі аспекти, як комфорт для тварин і зручність для персоналу, володіє високою пропускною здатністю. В той же час забезпечуються усі інші технологічні операції: санітарна обробка вимені до і після доїння, нормування концентрованих кормів; облік, транспортування, очищення та охолодження молока; промивка, дезінфекція доїльного обладнання, які проходять в автоматичному режимі.

За сучасних умов успішного ведення молочного скотарства необхідна наявність автоматизованих систем управління технологічним процесом виробництва молока, що дозволяє враховувати всі головні чинники та контролювати їх динаміку. Для планування діяльності і аналізу молочного виробництва, відтворення поголів'я, контролю годівлі і здоров'я тварин фахівці тваринництва повинні володіти детальною інформацією [19].

На молочнотоварній фермі «Сокиринці» впроваджене програмне забезпечення управління стадом Dairy Plan C 21. Ідентифікування корів проводиться під час доїння через респондер. Інформація з цифрового чіпу передається в картотеку, аналізується і оперативно інтегрується в існуючу систему управління стадом. Фахівці отримують комплексну картину про молочну продуктивність, репродуктивну здатність і здоров'я по кожній окремій корові, групі тварин та стада в цілому.

Стійлово-вигульну систему утримання корів застосовують на молочнотоварній фермі «Почапинці» і «Голенищево». За цієї системи тварин упродовж всього періоду використання утримують у приміщеннях в стійлах на прив'язі (рис. 3).

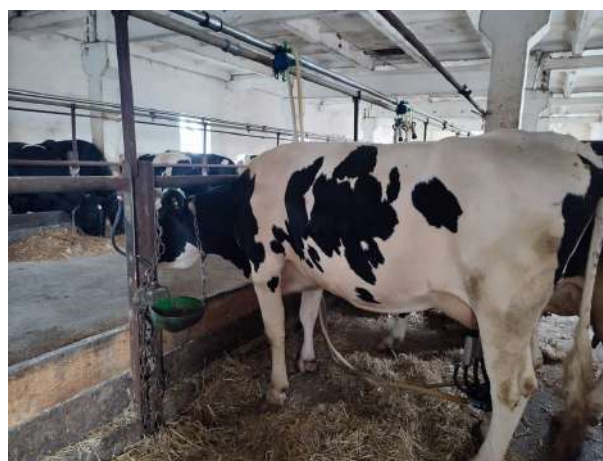


**Рис. 3.** Прив'язне утримання корів

За прив'язного утримання позитивним чинником є те, що обслуговуючий персонал постійно контактує з тваринами. Це дає змогу спостерігати за їхнім здоров'ям, фізіологічним станом, впливати на процес відтворення стада. В той же час значним недоліком є те, що цей спосіб не забезпечує необхідних умов для нормального функціонування тварин. Із-за високої вартості одного скотомісця, площа якого зведена до мінімуму, створення комфортних умов утримання корів практично не можлива. У приміщенні важко дотримуватися гігієнічно-санітарних вимог (висока вологість, загазованість), що негативно впливає на

здоров'я і молочну продуктивність корів, якість і безпечність молока [20].

Доїння корів проводиться у молокопровід з використанням доїльної установки «Брацлавчанка» УДМ-200 (рис. 4). Застосування цієї установки майже у два рази зменшило протяжність молокопровідних шляхів на фермі. Це також позитивно впливає на якість молока і структуру молочного жиру. Відсутність звивинів (поворотів) молокопроводу, стабільний режим роботи обладнання, наявність електронних лічильників свідчить про вдалу конструкцію доїльної установки.



**Рис. 4.** Доїння корів з використання доїльної установки «Брацлавчанка»

Тварин, у період між годівлею і доїнням, переганяють на кормово-вигульні майданчики, які обладнані легкими навісами. Тут корови протягом року користуються моціоном, приймають корм. В тваринницьких приміщеннях в якості підстилки



використовують подрібнену солому. Стійла прибирають вручну, а із приміщень гній видаляють за допомогою скребкового транспортера.

За умов прив'язного утримання корів не має достатньо можливостей впровадити інноваційні, організаційні і технологічні рішення, високо-ефективні засоби механізації, застосування сучасних доїльних установок.

За результатами проведених досліджень було проаналізовано виробництво молока та його реалізацію на переробні підприємства (табл. 1).

В 2022 році у господарстві було вироблено 10059,51 т молока, середньорічний надій на фуражну корову становив 7440 кг. Валове виробництво молока на молочнотоварній фермі «Сокиринці» складало 1240,77 тон, середньорічний надій на одну корову – 7560,0 кг, товарність – 98,1 %. Виробничі показники на відділеннях «Почапинці» і «Голенищево» становили: виробництво молока – 916,23 і 943,95 тон, середньорічний надій на одну фуражну корову – 7542 і 7902 кг, товарність 97,9 % і 96,8 % відповідно.

### Таблиця 1

Виробництво та реалізація молока в господарстві за 2022 рік

Показник	Молочнотоварна ферма		
	«Сокиринці»	«Почапинці»	«Голенищево»
Середньорічний надій на одну корову, кг	7560,0	7542,0	7902,0
Валове виробництво молока за рік, т	1240,77	916,23	943,95
Реалізація молока за фізичною масою, т	1219,24	916,2	943,9
Масова частка жиру в молоці, %	3,9	3,8	3,7
Вміст білка в молоці, %	3,3	3,2	3,2
Залікова вага молока, т	1413,87	1013,30	1005,10
Товарність молока, %	98,1	97,9	96,8

Практично все отримане молоко реалізовується на переробні підприємства, за виключенням невеликої кількості, яка йде впоювання телят. Масова частка жиру в молоці на молочнотоварній фермі за безприв'язного утримання становила 3,9 %,

### Таблиця 2

Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів та соматичних клітин в сирому збірному молоці,  $M \pm m$

Показник	Молочнотоварна ферма					
	«Сокиринці»		«Почапинці»		«Голенищево»	
	МАФАНМ тис.КУО/см <sup>3</sup>	кількість *СК, тис.см <sup>3</sup>	МАФАНМ тис.КУО/см <sup>3</sup>	кількість *СК, тис.см <sup>3</sup>	МАФАНМ тис.КУО/см <sup>3</sup>	кількість *СК, тис.см <sup>3</sup>
Lim	$6,7 \times 10^4 - 4,9 \times 10^5$	143–340	$3,5 \times 10^4 - 3,6 \times 10^5$	159–410	$5,2 \times 10^4 - 4,9 \times 10^5$	103–390
$M \pm m$	$21 \pm 4,2 \times 10^4$	253,0 $\pm$ 17,22	$19 \pm 3,4 \times 10^4$	255,6 $\pm$ 29,12	$21 \pm 4,3 \times 10^4$	289,1 $\pm$ 27,05

Примітка: \*СК – соматичні клітини.

У країнах Європейського Союзу допускається вміст соматичних клітин не більше 250 тис./см<sup>3</sup>, а за національним стандартом для різних гатунків молока до 500 тис./см<sup>3</sup>. Цей показник має важливе значення для оператора ринку, який дбає про якість молока-сировини і виробника молочних продуктів харчування.

прив'язного – 3,8 і 3,7 %; вміст білку 3,3 %, 3,2 і 3,2 % відповідно.

Молокопереробні підприємства, які працюють за сучасними технологіями вимагають від операторів ринку надходження молока високого гатунку, бо саме із такої сировини можливо отримати безпечний та якісний харчовий продукт.

Зазвичай підвищення бактеріального забруднення молока відбувається за порушення ветеринарно-санітарних вимог при його виробництві, зберіганні і транспортуванні. Внаслідок високої контамінації молока мікроорганізмами погіршуються його органолептичні властивості, втрачається поживна цінність, як самої сировини так і виготовлених з нього харчових продуктів. Сучасні молокопереробні підприємства не можуть використовувати таку сировину і виготовляти з неї безпечну та якісну продукцію.

Провівши аналіз результатів бактеріологічного обстеження та кількості соматичних клітин у молоці, отриманого за різною технологією, слід відмітити, що вони дещо відрізнялися (табл. 2).

Так, середньорічні показники кількості МАФАНМ у сирому збірному молоці з молочнотоварної ферми «Сокиринці» за безприв'язно-боксового утримання становили  $21 \pm 4,2 \times 10^4$  тис.КУО/см<sup>3</sup>, а прив'язного – (відділення «Почапинці» і «Голенищево»)  $19 \pm 3,4 \times 10^4$  і  $21 \pm 4,3 \times 10^4$  тис.КУО/см<sup>3</sup> відповідно. Строкатість показників пояснюється перебігом субклінічного маститу у корів на різних відділеннях.

В той же час кількісний і видовий склад бактерій, які контамінували молоко залежить від характеру запального процесу в молочній залозі [21].

Одним із важливих показників безпечності і якості молока та придатністю його до переробки є показник кількості соматичних клітин (СКК). Рівень соматичних клітин у молоці є дуже мінливим показником. Це пояснюється наявністю відмерлих клітин молочних ходів і альвеол, які постійно знаходяться в молоці; також присутністю лейкоцитів, епітеліальних клітин молочної залози, еритроцитів, бактерій, збільшення кількості яких відбувається при запальному процесі. Що є основним критерієм для діагностики субклінічного маститу у корів [12].

За результатами досліджень було встановлено, що кількість соматичних клітин у збірному молоці від корів, за різних способів їх утримання, була в межах норми. Так, у молоці корів відділення «Сокиринці» цей показник становив 253,0 $\pm$ 17,22 тис./см<sup>3</sup>, «Почапинці» і «Голенищево» – 255,6 $\pm$ 29,12 та 289,1 $\pm$ 27,05 тис./см<sup>3</sup>

відповідно, тобто молоко отримане від корів на трьох відділеннях відповідає вимогам вищого ґатунку.

Виробники молочної продукції пред'являють високі вимоги до безпечності і якості сировини, що в свою чергу визначається фізико-хімічними характеристиками молока і впливає на його технологічні властивості при переробці.

Фізико-хімічні показники молока, отриманого від корів за різних способі утримання наведено в таблиці 3.

Провівши аналіз результатів дослідження слід відмітити дещо нижчий рівень жиру в молоці корів з молочнотоварної ферми «Почапинці» і «Голенищево»  $3,7 \pm 0,107\%$  та  $3,66 \pm 0,093\%$  порівняно з молоком від корів з молочнотоварної ферми «Сокиринці» –  $3,91 \pm 0,103\%$ . Вміст білка в молоці корів з різних відділень був на рівні  $3,18 \pm 0,069\%$  і  $3,19 \pm 0,072$  та  $3,24 \pm 0,035\%$  відповідно. Годівля дійних корів повинна бути повноцінною і раціональною. Забезпечення тварин вуглеводами і протеїном контролюють шляхом визначення та аналізу відношення жир/білок у молоці, нормативні значення якого становлять 1,2–1,4 : 1. У досліджуваному збірному молоці з усіх молочнотоварних ферм співвідношення жир/молоко було однаковим – 1,2 : 1 відповідно.

**Таблиця 3**

Фізико-хімічні показники збірного сирого молока

Показник	Вміст жиру, %	Вміст білка, %	Густина, кг/м <sup>3</sup>	Кислотність, °Т
Молочнотоварна ферма «Сокиринці»				
Lim	3,7–4,1	3,1–3,4	1027–1029	16,5–17,5
M±m	$3,91 \pm 0,103$	$3,24 \pm 0,035$	$1028,6 \pm 0,39$	$17,1 \pm 0,21$
Молочнотоварна ферма «Почапинці»				
Lim	3,5–3,9	3,1–3,3	1027–1029	17,2–18,2
M±m	$3,7 \pm 0,107$	$3,18 \pm 0,069$	$1027,6 \pm 0,42$	$17,6 \pm 0,25$
Молочнотоварна ферма «Голенищево»				
Lim	3,5–3,9	3,1–3,3	1027–1029	16,5–18,0
M±m	$3,66 \pm 0,093$	$3,19 \pm 0,072$	$1027,7 \pm 0,45$	$17,3 \pm 0,25$

Свіжість молока характеризує показник титрованої кислотності, нормативні значення якої становлять 16–18 °Т. За проведених нами досліджень збірного молока цей показник знаходився в межах допустимих значень.

Густина молока характеризує натуральність продукту і визначається вмістом сухої речовини. Її значення в молоці коливається 1027–1032 кг/см<sup>3</sup>. В досліджуваних пробах молока цей показник знаходився в межах 1027–1029 кг/см<sup>3</sup>, що відповідає вимогам стандарту.

Згідно з діючим стандартом [8] в молоці не повинно бути залишків антибіотиків та інших хімічних речовин. Застосування антибіотиків у молочному скотарстві регламентується відповідальними інструкціями та методичними вказівками щодо їх використання.

В результаті проведених випробувань молока залишки антибіотиків (стрептоміцину, пеніциліну, тетрацикліну) не перевищували максимально допустимі рівні.

За такими характеристиками безпечності, як вміст антибіотиків, важких металів, мікотоксинів, пестицидів, радіонуклідів – молоко не повинно перевищувати величини нормативних рівнів. У результаті проведених досліджень встановлено, що вміст важких металів (плюмбуму, кадмію, ртуті, арсену) знаходився у межах гранично допустимих рівнів. Концентрація залишків пестицидів та радіонуклідів у досліджуваних пробах молока не перевищувала нормативних значень.

У молоці не допускається наявність залишків (мийних і дезінфікуючих речовин, консервантів, засобів гігієни тощо. Їх надходження в молоко, може бути зумовлено порушенням правил по застосуванню, недотримання вимог щодо концентрації біоцидних засобів.

Гігієнічні засоби для санації обробки вимені не повинні володіти інгібувальними властивостями, швидко висихати і повністю видалятися. Проведеними дослідженнями не встановлено наявності інгібувальних речовин у молоці корів з трьох молочнотоварних ферм.

Отже, молоко, яке виробляється в господарстві та реалізовується на переробні підприємства характеризується високими фізико-хімічними та санітарно-гігієнічними властивостями, відповідає вимогам чинного стандарту і придатне для виготовлення молочних продуктів.

## Висновок

Встановлено, що технології виробництва молока в господарстві оснований на створенні комфортних умов утримання, догляду, повноцінної годівлі і належної організації доїння корів. Використання програмного управління на одній із ферм забезпечує контроль стану здоров'я та продуктивності корів, підвищує ефективність роботи молочної ферми.

З'ясовано, що середньорічні показники кількості МАФАНМ у сирому збірному молоці з молочно-товарної ферми «Сокиринці» за безприв'язно-боксового утримання становили  $21 \pm 4,2 \times 10^4$  тис. КУО/см<sup>3</sup>, а прив'язного – (відділення «Почапинці» і «Голенищево»)  $19 \pm 3,4 \times 10^4$  і  $21 \pm 4,3 \times 10^4$  тис. КУО/см<sup>3</sup> відповідно.

Встановлено, що кількість соматичних клітин у збірному молоці від корів, за різних способів їх утримання, була в межах норми. Так, у молоці корів відділення «Сокиринці» цей показник становив  $253,0 \pm 17,22$  тис./см<sup>3</sup>, «Почапинці» і «Голенищево» –  $255,6 \pm 29,12$  та  $289,1 \pm 27,05$  тис./см<sup>3</sup> відповідно, тобто молоко отримане від корів на трьох відділеннях відповідає вимогам вищого ґатунку.

Слід відмітити про дещо нижчий рівень жиру в молоці корів з молочнотоварної ферми «Почапинці» і «Голенищево»  $3,7 \pm 0,107\%$  та  $3,66 \pm 0,093\%$  порівняно з молоком від корів з молочнотоварної ферми «Сокиринці» –  $3,91 \pm 0,103\%$ . Вміст білка в молоці корів з різних відділень був на рівні  $3,18 \pm 0,069\%$  і  $3,19 \pm 0,072$  та  $3,24 \pm 0,035\%$  відповідно.

*Перспективи подальших досліджень.* Отримані дані вказують на перспективність впровадження

технологічних інновацій у молочному скотарстві і організацію санітарно-гігієнічних заходів для одержання гатункового молока.

### Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

### References

1. Popko, O. (2020). Identification of problems and forecasting trends in the development of the ukrainian dairy market. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, 1 (11), 68–79. <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2020.11.068>
2. Sokoliuk, V. M., Dukhnytsky, V. B., Krupelnytsky, T. V., Ligomina, I. P., Revunets, A. S., & Prus, V. M. (2022). Influence of technological factors on milk quality indicators. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 24 (105), 37–43. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10506>
3. Paliy, A. (2019). Research of technological receptions of preparation of high-productive cows for milking. *The Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Science NAAS of Ukraine*, 121, 181–190. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2019-121-181-190>
4. Petrichenko, O. A. (2017). Organization and evaluation of cow milking technologies in the context of milk competitiveness. *Efektivna Ekonomika*, 11, 115–122. Retrieved from: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5865>
5. Radko, V. I., & Bidula, P. P. (2017). Improving the quality of raw milk - the basis for increasing the export potential of dairy enterprises in Ukraine. *Agrosvit*, 23, 45–49. Retrieved from: <http://www.agrosvit.info/?op=1&z=2517&i=6>
6. Pro zatverdzhennia Vymoh do bezpechnosti ta yakosti moloka i molochnykh produktiv: nakaz vid 12.03.2019. № 118. (2019). *Verkhovna Rada Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0593-19#Text> [in Ukrainian]
7. Pro moloko ta molochni produkty: Zakon Ukrainy Redaktsiia vid 01.10.2023. 1870-IV. (2023). *Verkhovna Rada Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1870-15#Text> [in Ukrainian]
8. DSTU 3662:2018. *Moloko-syrovyna korov'iache. Tekhnichni umovy. Chynnyi vid 2019-01-01*. (2019). Kyiv. Retrieved from: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=77350](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77350) [in Ukrainian]
9. DSTU ISO 707:2002. *Moloko ta molochni produkty. Nastanovy z vidbyrannia prob (ISO 707:1997, IDT). Chynnyi vid 2003-10-01*. (2003). Kyiv. Retrieved from: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=67272](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=67272) [in Ukrainian]
10. DSTU 7089:2009. *Moloko i molochni produkty. Metodyka pidrakhovuvannia kilkosti mezofilnykh aerobnykh ta fakultativno-anaerobnykh mikroorganizmiv, drizhdziv i plisenevykh hrybiv za dopomohoiu plastyn. Chynnyi vid 2011-07-01*. (2011). Kyiv. Retrieved from: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=84666](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84666) [in Ukrainian]
11. DSTU 7672:2014. *Moloko korov'iache. Vyznachennia kilkosti somatychnykh klityn metodom protochnoi tsyometrii (ekspres-metod). Chynnyi vid 2015-07-01*. (2011). Kyiv. Retrieved from: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=82402](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82402) [in Ukrainian]
12. DSTU ISO 9622:2013. *Moloko nezbyrane. Vyznachennia vmistu molochnoho zhyru, bilka ta laktozy. Nastanova z ekspluatatsii vymiriuvalnykh pryladiv dlia roboty v serednii chastyni infrachervonoho spektra vyprominennia (ISO 9622:1999, IDT). Chynnyi vid 2014-01-01*. (2014). Kyiv. Retrieved from: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=85082](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=85082) [in Ukrainian]
13. DSTU 6082:2009. *Moloko ta molochni produkty. Metody vyznachennia hustyny. Chynnyi vid 2009-07-01*. (2009). Kyiv. Retrieved from: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=84650](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84650) [in Ukrainian]
14. GOST 3624-92. *Moloko i molochnye produkty. Titrimetricheskie metody opredeleniya kislotnosti. Dejstviten ot 2009-05-29*. (2009). Retrieved from: <http://vsegest.com/Catalog/10/10071.shtml> [in Russian]
15. DSTU 8397:2015. *Moloko i molochni produkty. Metody yakisnoho vyznachennia antybiotyktiv, sulfanilamidiv ta insykh inhibitoriv. Zmina № 1. Chynnyi vid 2018-06-01*. (2018). Kyiv. Retrieved from: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=76590](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=76590) [in Ukrainian]
16. Lopreiato, V., Mezzetti, M., Cattaneo, L., Ferronato, G., Minuti, A., & Trevisi, E. (2020). Role of nutraceuticals during the transition period of dairy cows: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 11 (1). <https://doi.org/10.1186/s40104-020-00501-x>
17. Shkromada, O., Skliar, O., Paliy, A., Ulko, L., Gerun, I., Naumenko, O., Ishchenko, K., Kysterna, O., Musiienko, O., & Paliy, A. (2019). Development of measures to improve milk quality and safety during production. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (99)), 30–39. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.168762>
18. Derks, M., van Werven, T., Hogeveen, H., & Kremer, W. D. J. (2014). Associations between farmer participation in veterinary herd health management programs and farm performance. *Journal of Dairy Science*, 97 (3), 1336–1347. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6781>
19. Lutsenko, M. M., Ivanyshyn, V. V., & Smoliar, V. I. (2006). *Perspektyvni tekhnologii vyrobnytstva moloka: Monohrafiia*. Kyiv: Akademiia [in Ukrainian]
20. Kitikov, V., & Romaniuk, W. (2017). The influence of natural and industrial factors on the efficiency of the dairy industry. *Agricultural Engineering*, 21 (2), 91–100. <https://doi.org/10.1515/agriceng-2017-0019>
21. Persson Waller, K., Hårdemark, V., Nyman, A. -K., & Duse, A. (2016). Veterinary treatment strategies for clinical mastitis in dairy cows in Sweden. *Veterinary Record*, 178 (10), 240–240. <https://doi.org/10.1136/vr.103506>

### ORCID

- T. Krupelnytsky  <https://orcid.org/0009-0002-9865-4557>  
V. Sokoliuk  <https://orcid.org/0000-0003-2311-1910>



© 2023 Krupelnytsky T. and Sokoliuk V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Indicators of spoiled corn silage during its fermentation with different doses of biodestructor

L. Mitiohlo<sup>1</sup> | S. Merzlov<sup>2</sup> | H. Merzlova<sup>2</sup>✉

## Article info

## Correspondence Author

H. Merzlova

E-mail:

[halyna.merzlova@btsau.edu.ua](mailto:halyna.merzlova@btsau.edu.ua)

<sup>1</sup> State enterprise  
"Experimental Farm "Niva"  
of the M. V. Zubets Institute  
of Animal Breeding  
and Genetics of the NAAS of  
Ukraine",  
1 Sadova Str.,  
Hrystynivka village, 20009,  
Ukraine

<sup>2</sup> Bila Tserkva National  
Agrarian University,  
Bila Tserkva, 09100,  
Ukraine

**Citation:** Mitiohlo, L., Merzlov, S., & Merzlova, H. (2023). Indicators of spoiled corn silage during its fermentation with different doses of biodestructor. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 76–80. doi: 10.31210/spi2023.26.03.14

At farms that specialize in raising cattle and producing milk from cows, for a number of reasons, corn silage, which is used in the rations, is not all fed to the animals. A significant amount of corn silage deteriorates and becomes unsuitable for use in feed. From an economic and ecological point of view, the most rational way of disposing of spoiled corn silage is its (fermentation) composting. The issue of composting spoiled corn silage using domestic biodestructors of the BTU-Center remains insufficiently studied. Therefore, the goal of our research was to establish the effectiveness of the impact on the technological, chemical and microbiological indicators of compost from spoiled corn silage using different doses of biodestructor. To conduct research, 150 kg blocks were formed from spoiled corn silage both in the control group and the experimental groups. Biodestructor at the rate of 5.0, 10.0 and 20.0 cm<sup>3</sup>/t was applied to the research groups. In the control group, corn silos were irrigated with water without the addition of a biodestructor. The formed blocks were covered with polyethylene film. Aeration of spoiled silage in the blocks was carried out once every 8 days. The temperature of corn silage was monitored during fermentation. A number of chemical and microbiological parameters were determined in the obtained compost. During the study of the temperature dynamics, it has been established that with the use of biodestructor in the amount of 20.0 cm<sup>3</sup>/t the temperature of the composted biomass has already increased by 60.0 % on the second day compared to the corn silage in which the biodestructor was not applied. The use of the maximum dose of the biodestructor allows composting of spoiled corn silage in thermophilic mode for seven days longer. With the introduction of biodestructors, the compost is enriched with bacteria *Bacillus* spp. The higher the dose of the biodestructor in corn silage, the higher the KMAFAnM indicator is. The use of a biodestructor helps to accelerate the mineralization of corn silage, which is confirmed by an increase in the content of calcium in the compost by 36.5 % compared to the control. The introduction of a biodestructor contributes to the reduction of Nitrogen and Phosphorus losses, respectively, by 8.6 and 11.3 % compared to composting without a biodestructor.

**Keywords:** chemical composition, bacteria, compost, composting, Phosphorous, Calcium.

## Показники зіпсованого силосу кукурудзи за його ферментування різними дозами біодеструктора

Л. В. Мітіюгло<sup>1</sup> | С. В. Мерзлов<sup>2</sup> | Г. В. Мерзлова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Державне підприємство  
"Дослідне господарство  
"Нива" Інституту  
розведення і генетики тва-  
рин імені М. В. Зубця  
НААН України"  
село Христинівка,  
Україна

<sup>2</sup> Білоцерківський  
національний аграрний  
університет,  
м. Біла Церква,  
Україна

У господарствах, які спеціалізуються із вирощування великої рогатої худоби та виробництва молока корів за ряду причин силос кукурудзи, який використовується у складі раціонів не весь згодовується тваринам. Значна кількість силосу кукурудзи псується і стає непридатною для використання в годівлі. Найраціональ-нішим із економічної і екологічної точки зору способом утилізації зіпсованого силосу кукурудзи є його компостування (ферментування). Не досить вивченим залишається питання компостування зіпсованого силосу кукурудзи за використання вітчизняних біодеструкторів БТУ-Цент. Тому, метою наших досліджень було встановити ефективність впливу на технологічні, хімічні та мікробіологічні показники компосту із зіпсованого силосу кукурудзи за використання різних доз біодеструктора. Для проведення досліджень із зіпсованого силосу кукурудзи як у контрольній групі так і у дослідних групах формували бурти масою по 150 кг. У дослідні групи вносили біодеструктор із розрахунку 5,0; 10,0 та 20,0 см<sup>3</sup>/т. У контрольній групі силос кукурудзи зрошували водою без додавання біодеструктора. Сформовані бурти накривали полі-етиленовою плівкою. Аерування зіпсованого силосу у буртах проводили один раз на 8 діб. Під час фермен-тування контролювали температуру силосу кукурудзи. У одержаному компості визначали ряд хімічних та мікробіологічних показників. Під час дослідження динаміки температури було встановлено, що за використання біодеструктора у кількості 20,0 см<sup>3</sup>/т уже на другу добу температура компостованої біомаси підвищилась на 60,0 % відносно силосу кукурудзи у який не вносили біодеструктор. Застосування макси-мальної дози біодеструктора дозволяє проводити компостування зіпсованого силосу кукурудзи у термо-фільному режимі на сім діб довше. За внесення біодеструкторів компост збагачується бактеріями *Bacillus* spp. Чим більша доза біодеструктора у силосі кукурудзи тим показник КМАФАНМ зростає. Застосування біодеструктора сприяє прискоренню мінералізації силосу кукурудзи, що підтверджується зростання вмісту Кальцію у компосту на 36,5 % відносно контролю. Внесення біодеструктора сприяє зменшенню втрат Нітрогену та Фосфору, відповідно, на 8,6 та 11,3 % відносно компостування без біо-деструктора.

**Ключові слова:** хімічний склад, бактерії, компост, компостування, Фосфор, Кальцій.

**Бібліографічний опис для цитування:** Мітіюгло Л. В., Мерзлов С. В., Мерзлова Г. В. Показники зіпсованого силосу кукурудзи за його ферментування різними дозами біодеструктора. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 76–80.

## Вступ

У раціонах великої рогатої худоби силос кукурудзи має велике значення. Фермерські господарства, та великі підприємства щороку заготовляють тисячі тон силосу кукурудзи. Не весь силос згодовується тваринам [16]. Псування корму можна виявити на верхній частині і з боків силосної траншеї (зона контактування із повітрям). Аеробне псування може проходити за негативного ущільнення корму не залежно від погоди. Швидке псування силосу кукурудзи проходить у жарку пору року за використання не ефективного навантажувача під час роботи якого проходить небажане аерування спресованої маси корму і невчасне її використання. Також за використання кукурудзи із високою вологістю і без внесення мікробіологічних препаратів можливе псування силосу [9].

Згодовувати зіпсований силос навіть у незначній масі великій рогатій худобі забороняється. Так як, це може викликати проблеми із травленням, відтворенням, продуктивністю і здоров'ям стада. Кукурудзяний силос не повинен мати цвілевий, затхлий чи гнилий запах і неприродний колір у зв'язку із пліснявинням [2, 6].

Ефективним способом раціонального використання зіпсованого силосу є його ферментування або компостування. Під компостуванням розуміють природний гідроліз білків, жирів та вуглеводів у органічних відходах за рахунок ензимів. Домінуючим джерелом ензимів є мікроорганізми (переважно бактерії), гриби та дріжджі. За компостування передбачається знешкодження ряду патогенних мікроорганізмів за рахунок підвищення температури органічної біомаси в межах мезофільних і термофільних режимів. Для цього балансується співвідношення між вмістом Нітрогену, Карбону, вологи та Оксигену у органічних відходах. Оптимальним співвідношенням між Нітрогеном і Карбоном є 1 : 30. Оптимальною вологістю органічних відходів є 64–66 %. Недотримання даних вимог призводить до пролонгування часу ферментування та іноді значної втрати поживних речовин у вигляді газів. На прискорення ферментування впливає постійне надходження повітря для забезпечення

аеробних мікроорганізмів Оксигеном. За зниження вмісту Оксигену у органічних відходах ферментування проходить за низьких температур із використанням анаеробних мікроорганізмів і процес більш пролонгується [3, 4, 10–12, 14, 15].

Використання компостування органічних відходів сприяє зниженню утворенню та переходу у атмосферу шкідливих газів [8, 13, 19]. Використання ферментованих відходів рослинництва як органічного добрива сприяє підвищенню родючості ґрунтів [7].

Використання під час компостування відходів рослинництва біодеструкторів (препарати мікроорганізмів) скорочує час ферментативних процесів і одержання органічних добрив [14]. Проте на даний час зустрічається незначна кількість досліджень щодо утилізації зіпсованого силосу кукурудзи за використання вітчизняних біодеструкторів.

## Мета дослідження

Метою досліджень є встановлення впливу біодеструктора вітчизняного виробництва на час компостування зіпсованого силосу та його мікробіологічні та хімічні показники.

## Матеріали і методи

Для дослідження було зібрано 2000 кг зіпсованого силосу кукурудзи, який не придатний для згодовування тваринам. Силос за допомогою кормозмішувача ретельно перемішували. Для прискорення ферментації зіпсованого силосу застосовували біодеструктор (мікробіологічний препарат) виробництва БТУ-ЦЕНТР.

Із загальної маси силосу відбирали по 150 кг і їх за ретельного перемішування зволожували розчинами біодеструктора. У I дослідній групі проб кількість мікробного препарату вносили із розрахунку 5 см<sup>3</sup>/т. Проби II та III групи зволожували 8,0 літрами розчину біодеструктора доводячи, відповідно, його вміст 10,0 та 20,0 см<sup>3</sup>/т. У контрольній групі зразки зіпсованого силосу зрошували водою без додавання мікробіологічного препарату (табл. 1).

Таблиця 1

Схема дослідю

Група проб	Кількість проб, шт	Маса зіпсованого силосу, кг	Об'єм біодеструктора, см <sup>3</sup> /т	Об'єм води для розчинення біодеструктора, дм <sup>3</sup>
Контрольна	3	150,0	-	8,0
I дослідна	3	150,0	5	8,0
II дослідна	3	150,0	10	8,0
III дослідна	3	150,0	20	8,0

Із зволжених як контрольних так і дослідних проб формували бурти і накривали поліетиленовою плівкою. Бурти розташовували під навісом для уникнення прямих сонячних променів.

Вітчизняний біодеструктор містить мікроорганізми: *Bacillus subtilis*, *Bacillus spp.*, *Bacillus mesentericus*. Час ферментування становив 110 діб. Середній вміст вологи силосу кукурудзи на початку

експерименту становив 64±1,5 %. Перемішування силосу у буртах проводили один раз на 8 діб.

Мікробіологічні показники визначали користуючись даним описаними у статті [18]. Для досліджень відбирали проби силосу на 100 добу ферментування.

У не ферментованому кукурудзяному силосі визначали масову частку Кальцію, сирого протеїну,

загального Нітрогену і Фосфору. Загальний Нітроген визначали згідно методики описаної в [5]. Сирий протеїн у силосі досліджували застосовуючи методику К'ельдаля викладену у [20] користуючись коефіцієнтом перерахунку 6,25. Вміст Фосфору та Кальцію у зіпсованому кукурудзяному силосі визначали згідно методики наведеної у [17].

Температуру в середині бурта силосу визначали користуючись термометром згідно ДСТУ ОІМЛ R 133:2019 [1]. Показник визначали на глибині 28–36 см із експозицією 8 хвилин через кожні 24 годин протягом першого місяця експерименту і один раз на 4 доби із 61 до 110 доби експерименту.

Отримані результати обробляли використовуючи стандартні методи статистики за допомогою програми Statistica.

### Результати та їх обговорення

Під час формування буртів як у контролі так і дослідних групах температура зіпсованого силосу становила 22,0 °С. На другу добу експерименту виявлено, що силос у контрольних буртах мав

температуру 28,0 °С. За внесення у силос біодеструктора у дозі 5,0 см<sup>3</sup>/т температура в середині буртів силосу була вищою на 32,1 %. Збільшення вмісту біодеструктора у 2 та 4 рази дозволило на другу добу компостування мати вищу температуру силосу відносно контролю, відповідно, на 50,0 та 60,7 %.

Починаючи із 2 доби компостування була виявлена закономірність, що із підвищенням дози біодеструктора у силосі кукурудзи температура компостування збільшується. На четверту добу температура у контрольних буртах була вищою на 7,1 % відносно показника на 2 добу. У цей самий період у III дослідній групі температура силосу збільшилась на 60,0 % відносно контролю.

Найвищу температуру силосу кукурудзи було зафіксовано на 6 добу компостування у буртах де застосовували 20,0 см<sup>3</sup> біодеструктора на тонну. Порівнюючи до температури органічної маси на початок експерименту то показник у даному випадку зріс у 2,2 рази. Перевага відносно контролю становила 58,0 % (рис. 1).

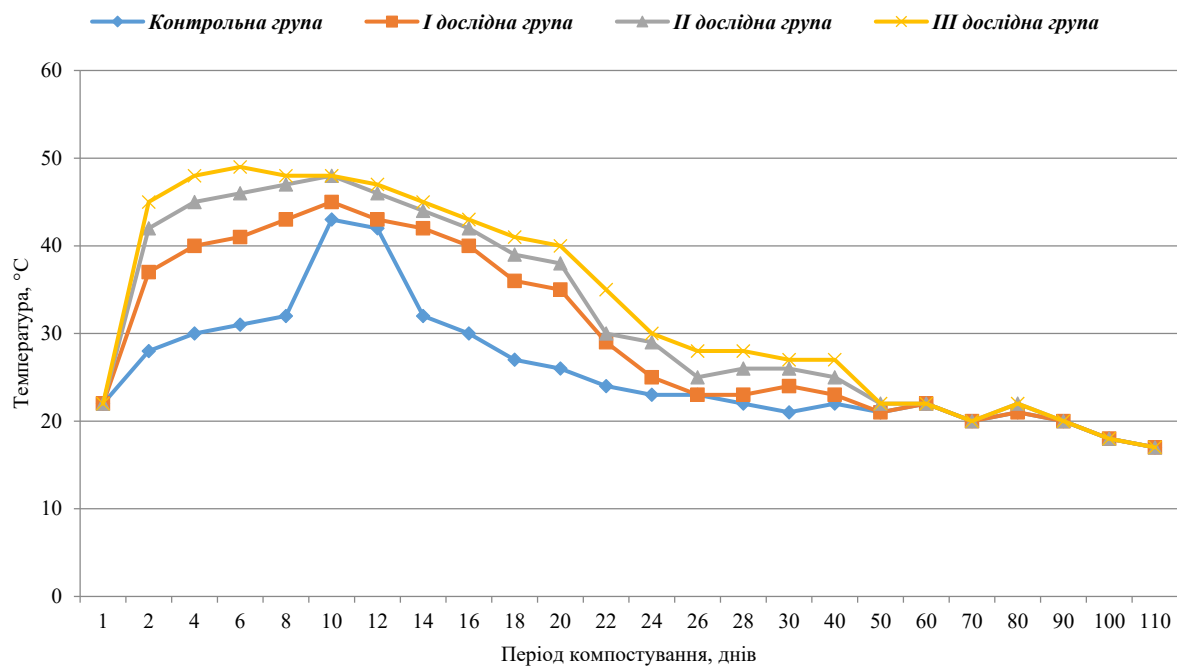


Рис. 1. Динаміка температури компосту

Підвищення температури у компості у контрольній, I та II дослідній групі спостерігали до 10 доби. У III дослідній групі температура силосу кукурудзи із 6 до 10 доби була майже сталою. Із дванадцятої доби у буртах температура компосту поступово почала знижуватися.

Відмічалось, що термофільний режим ферментування у контролі тривав три доби, у I та II контрольній групі – 13 діб, а у III дослідній групі 16 діб.

Мезофільний режим компостування у контрольній групі розпочався із 14 доби. Процес компостування силосу кукурудзи куди вносили 5,0 та 10,0 см<sup>3</sup>/т протікав у мезофільному із вісімнадцятої до дев'яностої доби. Після 50 доби компостування

вірогідної різниці за температурою у силосі дослідних і контрольної групи не було встановлено.

Внесення найбільшої дози біодеструктора (III дослідна група) призводить до швидкої активації метаболічних процесів, що протікають за впливу ензимів, які синтезуються конгломератом мікроорганізмів внаслідок чого швидше зростає і довше зберігається підвищена температура відносно дослідних компостів де використовували низькі дози мікробіологічних препаратів та контрольного компосту де розмножувались мікроорганізми, які природнім методом потрапили у зіпсований силос кукурудзи.

Мікробіологічне дослідження проводили через 100 діб від початку компостування зіпсованого силосу.

Після 110 діб ферментування показник КМАФАНМ у контрольному компості була на рівні  $0,9 \cdot 10^7$ . За внесення найменшої дози біодеструктора у силос кукурудзи показник КМАФАНМ був вищим, ніж у контролі у 7,8 рази. Найвищий показник КМАФАНМ було встановлено у компості із III дослідної групи (табл. 2).

**Таблиця 2**

Деякі мікробіологічні показники складу силосу кукурудзи (100 доба після початку експерименту), КУО/г

Показник	Контрольна група	I дослідна група	II дослідна група	III дослідна група
КМАФАНМ	$0,9 \cdot 10^7$	$0,7 \cdot 10^8$	$2,0 \cdot 10^8$	$3,6 \cdot 10^8$
<i>Bacillus spp.</i>	$0,6 \cdot 10^7$	$0,5 \cdot 10^8$	$1,3 \cdot 10^8$	$2,3 \cdot 10^8$

Встановлена закономірність чим більше вносили у силос кукурудзи біодеструктора тим кількість *Bacillus spp.* у компості була вищою.

**Таблиця 3**

Деякі хімічні показники зіпсованого силосу до і після компостування, n=5

Показник	Силос кукурудзи до компостування	Контрольна група	I дослідна група	II дослідна група	III дослідна група
Сирий протеїн, %	$1,7 \pm 0,115$	$0,88 \pm 0,024^{2**}$	$0,89 \pm 0,018^{2**}$	$0,91 \pm 0,032^{2**}$	$0,95 \pm 0,017^{2**}$
Кальцій, г/кг	$15,3 \pm 0,85$	$26,3 \pm 1,55^{2**}$	$30,2 \pm 1,22^{2**}$	$33,4 \pm 1,17^{1* 2***}$	$35,9 \pm 1,24^{1* 2***}$
Нітроген, г/кг	$2,90 \pm 0,125$	$1,40 \pm 0,059^{2**}$	$1,42 \pm 0,068^{2**}$	$1,46 \pm 0,078^{2**}$	$1,52 \pm 0,085^{2**}$
Фосфор ( $P_2O_5$ ), г/кг	$6,10 \pm 0,250$	$2,65 \pm 0,121^{2***}$	$2,70 \pm 0,142^{2***}$	$2,84 \pm 0,098^{2***}$	$2,95 \pm 0,078^{2***}$

Примітки:  $1^*$  –  $p < 0,05$ ;  $1^{**}$  –  $p < 0,01$  – відносно контролю;  $2^{**}$  –  $p < 0,01$ ;  $2^{***}$  –  $p < 0,001$  – відносно неферментованого силосу кукурудзи.

Вміст Кальцію у компостованому силосі кукурудзи підвищується у 1,97–2,34 ( $p < 0,01$ – $p < 0,001$ ) рази відносно неферментованого зіпсованого корму (I–III дослідні групи). Встановлено також збільшення Кальцію на 36,5 % відносно показника у контрольній групі. Із збільшенням вмісту біодеструктора у силосі кукурудзи вміст Кальцію у його ферментованій формі зростає. За вмістом Кальцію можливо судити про позитивний вплив біодеструктора на мінералізацію органічних відходів. Чим вміст мікроорганізмів вищий за процесу ферментування тим процес мінералізації силосу кукурудзи прискорюється.

Внаслідок компостування вміст Нітрогену у контрольному зразку компосту знизився до показника 1,4 г/кг, що у 2,07 рази менше, ніж у вихідному матеріалі. Досліджуючи вміст Нітрогену у дослідних групах виявлено, що за дії біодеструктора вміст елемента був вищий, відповідно, на 1,4–8,5 % відносно контролю.

Компостування силосу кукурудзи супроводжується втратою Фосфору. Показник у дослідних групах був меншим у 2,06–2,25 рази відносно силосу до компостування. Із підвищенням вмісту біодеструктора у силосі кукурудзи відсоток трансформації Фосфору в компості збільшується.

Досліджуючи хімічний склад зіпсованого силосу кукурудзи до і після ферментування за допомогою біодеструктора було встановлено, що під час протікання біохімічних процесів продовж 110 діб вміст сирого протеїну як у контролі так і в дослідних групах суттєво знижується. Вміст сирого протеїну у силосі кукурудзи, який використовували для експерименту, до ферментування був на рівні 1,7 %. У контрольній групі вміст сирого протеїну по завершенню компостування був меншим у 1,93 рази меншим у порівнянні із показником на початку експерименту.

Доведено, що чим вміст біодеструктора був вищим у кукурудзяному силосі тим більше у компості було сирого протеїну. Найбільший показник сирого протеїну у компостованому силосі кукурудзи був у III дослідній групі. Різниця відносно контролю становила 0,07 %. Дану закономірність можливо обґрунтувати тим, що чим більша кількість конгломерату мікроорганізмів у силосі кукурудзи тим більша кількість амінокислот трансформується у їх масу (табл. 3).

## Висновок

Використання біодеструктора за компостування зіпсованого силосу кукурудзи сприяє швидкому зростанню температури у компості. За вмісту у силосі  $20,0 \text{ см}^3/\text{т}$  біодеструктора температура в середині буртів підвищується на 58,0 %, час ферментації за термофільного режиму збільшується на 7 діб відносно варіанту де не вносили препарату.

Внесення найвищої дози біодеструктора у зіпсований силос кукурудзи дає можливість забезпечувати вміст *Bacillus spp.* у компості на 110 добу ферментування на рівні  $2,3 \cdot 10^8$  КУО/г. Із збільшенням вмісту біодеструктора у силосі кукурудзи показник КМАФАНМ зростає.

За використання біодеструктора у кількості  $20,0 \text{ см}^3/\text{т}$  можливо прискорити процес мінералізації силосу кукурудзи, зменшити втрати нітрогену та Фосфору, відповідно, на 8,6 та 11,3 % відносно варіанту де компостування проходило без додавання біодеструктора.

*Перспективи подальших досліджень.* Заслугує на увагу проведення дослідження визначення кількості утворення аміаку і вуглекислого газу під час компостування зіпсованого силосу кукурудзи із використанням біодеструктора.

## Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

1. DSTU OIML R 133:2019 *Termometry ridynni skliani (OIML R 133:2002, IDT) vid 21 hrudnia 2019 r. № 466. Chynnyi vid 2021-01-01.* (2021). Kyiv [in Ukrainian]
2. Cherniuk, S. V., & Zahorodnii, A. P. (2015). Efektyvnist vykorystannia sylosu, konservovanoho mikrobnym inokuliantom u hodivli diinykh koriv. *Tekhnolohiia Vyrobnystva i Pererobky Produksii Tvarnyntstva*, 2, 168–170. [in Ukrainian]
3. Amir, S., Merlina, G., Pinelli, E., Winterton, P., Revel, J.-C., & Hafidi, M. (2008). Microbial community dynamics during composting of sewage sludge and straw studied through phospholipid and neutral lipid analysis. *Journal of Hazardous Materials*, 159 (2–3), 593–601. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.02.062>
4. Blazy, V., De-Guardia, A., Benoist, J. C., Daumoin, M., Lemasle, M., Wolbert, D., & Barrington, S. (2013). Process conditions influence on pig slaughter house compost quality under forced aeration. *Waste and Biomass Valorization*, 5 (3), 451–468. <https://doi.org/10.1007/s12649-013-9251-x>
5. Bremner, J. M. (2018). Nitrogen-Total. *Methods of Soil Analysis*, 1085–1121. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c37>
6. Chernyuk, S., Zahorodnii, A., Chernyavskyy, O., Polishchuk, V., Polishchuk, S., Karaulna, V., Sobolev, O., Merzlova, H., Sliusarenko, A., & Fedorchenko, M. (2019). Biological conservants impact on the silage quality and aerobic stability. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (1), 226–230.
7. Cholilie, I. A., Sari, T. R., & Nurhermawati, R. (2019). Production of compost and worm casting organic fertiliser from lumbricus rubellus and its application to growth of red spinach plant (*Altenanthera amoena* V.). *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering*, 2 (1), 30–38. <https://doi.org/10.21776/ub.afssae.2019.002.01.5>
8. Chattopadhyay, G. (2012). Use of vermicomposting biotechnology for recycling organic wastes in agriculture. *International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 1 (1), 8. <https://doi.org/10.1186/2251-7715-1-8>
9. Arriola, K. G., Kim, S. C., & Adesogan, A. T. (2011). Effect of applying inoculants with heterolactic or homolactic and heterolactic bacteria on the fermentation and quality of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 94 (3), 1511–1516. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3807>
10. Khan, N., Clark, I., Sánchez-Monedero, M. A., Shea, S., Meier, S., & Bolan, N. (2014). Maturity indices in co-composting of chicken manure and sawdust with biochar. *Bioresource Technology*, 168, 245–251. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.02.123>
11. Liu, D., Zhang, R., Wu, H., Xu, D., Tang, Z., Yu, G., Xu, Z., & Shen, Q. (2011). Changes in biochemical and microbiological parameters during the period of rapid composting of dairy manure with rice chaff. *Bioresource Technology*, 102 (19), 9040–9049. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.07.052>
12. Nakasaki, K., Ohtaki, A., Takemoto, M., & Fujiwara, S. (2011). Production of well-matured compost from night-soil sludge by an extremely short period of thermophilic composting. *Waste Management*, 31 (3), 495–501. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.11.011>
13. Nasiru, A., Ismail, N., & Ibrahim, M. H. (2013). Vermicomposting: Tool for sustainable ruminant manure management. *Journal of Waste Management*, 2013, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2013/732759>
14. Raut, M., Princewilliam, S., Bhattacharyya, J., Chakrabarti, T., & Devotta, S. (2008). Microbial dynamics and enzyme activities during rapid composting of municipal solid waste – A compost maturity analysis perspective. *Bioresource Technology*, 99 (14), 6512–6519. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.11.030>
15. Tiquia, S. M., Tam, N. F. Y., & Hodgkiss, I. J. (1996). Microbial activities during composting of spent pig-manure sawdust litter at different moisture contents. *Bioresource Technology*, 55 (3), 201–206. [https://doi.org/10.1016/0960-8524\(95\)00195-6](https://doi.org/10.1016/0960-8524(95)00195-6)
16. Wilkinson, J. M., Bolsen, K. K., & Lin, C. J. (2015). History of Silage. *Silage Science and Technology*, 1–30. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr42.c1>
17. Wolf, A., Watson, M., & Wolf, N. (2003). Digestion and Dissolution Methods for P, K, Ca, Mg and Trace Elements. In: Peters, J., (Ed.). *Recommended Methods of Manure Analysis*. Madison: University of Wisconsin-Extension.
18. Wollum, A. G. (2015). Cultural Methods for Soil Microorganisms. *Methods of Soil Analysis*, 781–802. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c37>
19. Zhang, H., Li, G., Gu, J., Wang, G., Li, Y., & Zhang, D. (2016). Influence of aeration on volatile sulfur compounds (VSCs) and NH<sub>3</sub> emissions during aerobic composting of kitchen waste. *Waste Management*, 58, 369–375. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.022>
20. Liu, Z., Gonzalez, J. S., Wang, H., Gunasekaran, S., & Runge, T. (2015). Dairy manure protein analysis using UV-vis based on the Bradford method. *Analytical Methods*, 7 (6), 2645–2652. <https://doi.org/10.1039/c4ay03006k>

## ORCID

- L. Mitiohlo  <https://orcid.org/0000-0001-6137-3060>  
S. Merzlov  <https://orcid.org/0000-0002-9815-4280>  
H. Merzlova  <https://orcid.org/0000-0002-2394-9118>



© 2023 Mitiohlo L. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



## Breeding pig farming of Ukraine: challenges of the time

S. Voitenko<sup>1</sup> | M. Petrenko<sup>2</sup> | B. Shaferivskiy<sup>2</sup> | T. Karuna<sup>2</sup>

## Article info

Correspondence Author  
S. Voitenko  
E-mail:  
[slvoitenko@ukr.net](mailto:slvoitenko@ukr.net)<sup>1</sup> Institute of Animals  
Breeding and Genetics named  
after M. V. Zubets of NAAS,  
1, Pohrebniaka Str.,  
Chubynske village Boryspil  
district, Kyiv, 08321,  
Ukraine<sup>2</sup> Poltava State Agrarian  
University,  
1/3 Skovorody Str.,  
Poltava, 36003,  
Ukraine**Citation:** Voitenko, S., Petrenko, M., Shaferivskiy, B., & Karuna, T. (2023). Breeding pig farming of Ukraine: challenges of the time. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 81–86. doi: 10.31210/spi2023.26.03.15

The article highlights the state of breeding pig breeding in Ukraine in the first year of the war, the indicators of the reduction of the pig population and the network for their breeding are given. It was found that compared to the pre-war period (2021), the number of herds decreased by 20.3 %, the number of boars decreased by 21.5 %, and sows decreased by 17.3 %. The pig gene pool in Ukraine is currently represented by 7 breeds: Great White, Durok, Landrace, Pietren, Poltava Meat, Welsh and Red White Belt, and only the Great White, Landrace and Pietren have gained the most use. As a result of the hostilities, three domestic local breeds disappeared: Ukrainian Meat, Ukrainian Steppe Spotted and Ukrainian Steppe White. The analysis of the genealogical structure of the available breeds of pigs, which were kept in the subjects of the breeding business of Ukraine in 2022, proved the presence in almost every one of them of a significant number of genealogical formations that do not belong to a specific population, most likely these are imported livestock, which used for the production of pork on an industrial basis. Among the most numerous and used breed – the Large White, 59.8 % of boars and 20.8 % of sows are not united in the relevant genealogical formations or by country of origin, but have only a number, and a different and mostly working number, which confirms their non-purebred basis. In the landrace breed, 89.4 % are not purebred boars, and 90.4 % are sows. In such a situation, the remaining purebred pig population is in danger of disappearing not because of hostilities, but because of its absorption by foreign material. Sows of the studied breeds were characterized by significant variability of reproductive capacity indicators within significant limits of variation of traits both between breeds and within the breed. It was found that sows are involved in reproduction at the age of 12.3–14.4 months. The greatest range of multifertility was found among queens of the Large White breed (8–15 heads) and Landraces (10.8–17.8 heads). Even taking into account the different periods of weaning of piglets from sows, the weight of the nest of piglets in some subjects of the breeding business has unrealistically high indicators even when the piglets are weaned at the age of 60 days – 240–395 kg (requirements – no higher than 180 kg), proving the absence of purebred breeding and tribal registration. It confirms the dogma of pork production on an industrial basis in breeding herds and the upper limit of the average daily gain of repair young animals (except Welsh and Red White Belt breeds) at the level of 735–860 g, while for breeding animals this indicator should not be higher than 600 g. The conclusion is made, that there will be no domestic pig breeding without purebred breeding and its own breeding base. Currently, there is an urgent need to harmonize the domestic regulatory framework to the EU requirements and to stimulate breeding subjects to breed breeding pigs, otherwise the desire of the scientific community to restore domestic pig breeding on a purebred basis will have no future.

**Keywords:** pigs, breeds, breeding base, genealogical structure, lines, families, productivity.

## Племінне свинарство України: виклики часу

С. Л. Войтенко<sup>1</sup> | М. О. Петренко<sup>2</sup> | Б. С. Шаферівський<sup>2</sup> | Т. І. Карунна<sup>2</sup><sup>1</sup> Інститут розведення  
і генетики тварин імені  
М. В. Зубця Національної  
академії аграрних наук  
України, с. Чубинське,  
Київська область, Україна<sup>2</sup> Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава, Україна

У статті висвітлений стан племінного свинарства України у перший рік війни, наведені показники скорочення поголів'я свиней та мережі по їх розведенню. З'ясовано, що у порівнянні з довоєнним періодом (2021 рік) кількість стад скоротилося на 20,3 %, поголів'я кнурів – на 21,5 %, свиноматок – на 17,3 %. Генотип свиней в Україні наразі представлений 7 породами: велика біла, дюрок, ландрас, п'єтрен, полтавська м'ясна, уельська та червона білопопса, причому найбільшого використання набули лише велика біла, ландрас і п'єтрен. Внаслідок воєнних дій зникли три вітчизняні локальні породи: українська м'ясна, українська степова ряба та українська степова біла. Аналіз генеалогічної структури наявних порід свиней, які утримувалися у суб'єктах племінної справи України у 2022 році, засвідчив присутність майже у кожній з них значної кількості генеалогічних формувань, які не відносяться до конкретної популяції, швидше за все, це імпортоване поголів'я, яке використовується для виробництва свинини на промисловій основі. Серед найбільш численної та використовуваної породи – великої білої 59,8 % кнурів і 20,8 % свиноматок не об'єднані у відповідні генеалогічні формування чи за країною походження, а мають лише номер, причому різний і здебільшого робочий, що підтверджує їх не чистопородну основу. У породі ландрас не чистопородних кнурів 89,4 %, а свиноматок – 90,4 %. За такої ситуації чистопородне поголів'я свиней, яке ще залишилося, знаходиться під загрозою зникнення не через бойові дії, а через його поглинання зарубіжним матеріалом. Свиноматки досліджуваних порід характеризувалися істотною мінливістю показників відтворювальної здатності за значних меж варіювання ознак як між породами, так і у породі. З'ясовано, що свиноматок залучають до відтворення у віці 12,3–14,4 місяців. Найбільший розмах багатоплідності виявлено серед маток великої білої породи (8–15 голів) і ландрас (10,8–17,8 голів). Навіть з урахуванням різних строків відлучення поросят від свиноматок, маса гнізда поросят у частини суб'єктів племінної справи має нереально високі показники навіть при відлученні поросят у віці 60 днів – 240–395 кг (вимоги – не вище 180 кг), засвідчуючи відсутність чистопородного розведення і племінного обліку. Підтверджує догмат вивлечення свинини на промисловій основі у племінних стадах і верхня межа середньодобового приросту ремонтного молодняка (крім уельської і червоної білопопсаї порід) на рівні 735–860 г, при тому, що для племінних тварин цей показник має бути не вище 600 г. Зроблено висновок, що без чистопородного розведення та власної племінної бази не буде вітчизняного свинарства.

**Ключові слова:** свині, породи, племінна база, генеалогічна структура, лінії, родини, продуктивність.**Бібліографічний опис для цитування:** Войтенко С. Л., Петренко М. О., Шаферівський Б. С., Карунна Т. І. Племінне свинарство України: виклики часу. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 81–86.

## Вступ

Галузь свинарства в Україні завжди була однією із стратегічних, хоча й не стабільних з огляду на ряд об'єктивних та суб'єктивних чинників, які впливали на її стан. Генофонд порід, навіть на етапі створення, залежав від імпортованого поголів'я, яке приймало участь у формуванні породи, типу чи лінії, тому наразі переконувати власників свиней відмовитися від імпортованого поголів'я не реально, хоча такі тварини не завжди продуктивніші вітчизняних. Постійно простежується тенденція до зміни породного складу галузі, нерівномірного розміщення свинарських підприємств по Україні [1–4]. Незбалансованість попиту та пропозицій, а також якість продукції, яка не задовольняє переробні підприємства, приводить до скорочення поголів'я як у сільськогосподарських підприємствах, так і господарствах населення.

Аналіз наявного поголів'я в усіх категоріях свинарських господарств у 2016 році порівняно до 1991 року засвідчив скорочення свиней у 2,9 разів, а виробництво свинини в 2,3 рази. Станом на початок 2020 року племінне поголів'я свиней в Україні порівняно з 2010–2012 роками скоротилося на 70–77%. Племінна база свинарства складалася з 72 господарств, де утримувалися племінні свині 10 порід: великої білої, дюрок, ландрас, п'єтрен, полтавської м'ясної, уельської, української м'ясної, української степової білої, української степової рябої, червоної білопоясої. Найчисельнішими за кількістю племінного поголів'я породами впродовж останніх 15 років залишалася велика біла та ландрас [3].

Найменше свинини впродовж 2005–2020 років було вироблено саме за 2020 рік через несприятливі погодні умови, світову та державну економічну кризу, спричинену масовою пандемією коронавірусу COVID-19 [5]. Не додає ефективності галузі диспаритет цін на сільськогосподарську та промислову продукцію, ціна на корми, неспроможність більшості вітчизняних товаровиробників застосовувати новітні технології утримання та відгодівлі свиней, насичення вітчизняного ринку сировиною іноземного виробництва, скорочення обсягів державної підтримки тощо.

На критичному стані племінного свинарства в передвоєнний період наголошує Церенюк О. М. з колегами [6], акцентуючи особливу увагу на постійному зменшенні поголів'я племінних свиноматок та неможливості комплектування якісним молодняком стада товарних ферм, що приведе до зниження продуктивності тварин. Ситуація, яка склалася з племінним свинарством, межує з втратою продовольчої безпеки країни.

Але всі вищевказані негативи з племінною базою галузі свинарства були до війни. За даними Асоціації «Свинарі України» у 2022 році через безпосередні бойові дії або ризики подальшого господарювання в областях, наближених до зон бойових дій, промисловий сектор свинарства втратив не менше десятої частини «стартової» чисельності свиноматок [7].

Підтверджують величезні втрати галузі свинарства в перший рік війни й дослідження

М. Гопки [8], за якими в Україні за 2022 рік поголів'я свиней скоротилося на 11,8%. Це при тому, що останніми роками українське свинарство все більше набувало промислового значення, забувши, що його основою є чистопородні тварини племінних стад.

Не дивлячись на виклики часу, ряд селекціонерів (Гетья А. А., 2009 [9], Волощук В. М., 2014 [1], Войтенко С. Л., 2018 [2], Войтенко С. Л., 2019 [10], Церенюк О. М., Гришина Л. П., Перетятко Л. Г., 2022 [6]) вважають актуальним постійний моніторинг стану племінних ресурсів свинарства з метою розробки коротко-термінових та довготермінових програм розвитку галузі, корегування напряму селекції, збереження локальних та зникаючих порід. Це питання набуває актуальності наразі, коли продовжується воєнна агресія і відбувається скорочення, або знищення наявних порід.

З метою відродження вітчизняного свинарства, в основі якого створення сприятливих умов для 4-кратного збільшення поголів'я свиней в Україні (до 20 млн голів) і консолідація всього ланцюга «виробник – переробник – торгівля» Асоціація «М'ясної галузі» запропонувала міжгалузеву програму «Нове свинарство 2025» [7]. Але стабільний розвиток галузі в довгостроковій перспективі і виконання запропонованої програми її гармонізації буде неможливим без наявності вітчизняної племінної бази.

## Мета дослідження

Метою наших досліджень був аналіз стану племінного свинарства України лише за рік війни (2021–2022 роки), оцінка генеалогічної структури наявних порід свиней для прогнозування подальшого розвитку племінного свинарства, а також прояву окремих селекційних ознак продуктивності тварин у різних суб'єктах племінної справи.

## Матеріали і методи

Для аналізу стану племінного свинарства в Україні за перший рік війни був використаний Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві за 2022 рік [11]. Генеалогічну структуру наявних порід свиней в Україні проводили за звітами про бонітування свиней за 2022 рік. Крім того були використані методи системного узагальнення, графічний, аналітичний та порівняльно-статистичний.

## Результати та їх обговорення

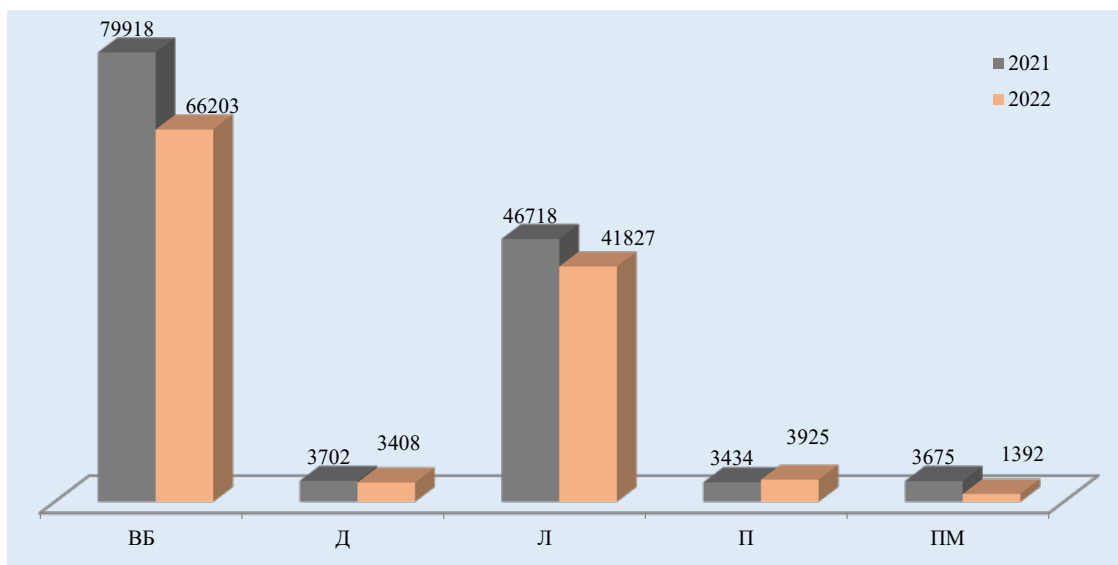
Моніторинг дійсного стану галузі свинарства України в суб'єктах племінної справи засвідчує суттєве скорочення або взагалі зникнення внаслідок воєнної агресії з боку росії поголів'я тварин та племінних стад, включаючи локальні вітчизняні породи.

За даними Державного реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві [11] у 2022 році генофонд свиней України був представлений 7 породами: велика біла, дюрок, ландрас, п'єтрен,

полтавська м'ясна, уельська та червона білопояса, які утримувалися у 55 суб'єктах племінної справи. В порівнянні з довоєнним періодом (2021 рік) кількість стад скоротилося на 20,3%, поголів'я кнурів – на 21,5%, свиноматок – на 17,3%. Поголів'я племінних свиней великої білої породи, дюроч,

ландрас, п'єтрен і полтавської м'ясної у підконтрольних стадах у 2021 році (до війни) та 2022 (перший рік війни) подано на рис. 1.

Як можна побачити, впродовж лише одного року зафіксоване суттєве зменшення свиней усіх вищевказаних порід, крім п'єтрен.



**Рис. 1.** Поголів'я свиней великої білої породи, дюроч, ландрас, п'єтрен і полтавської м'ясної у 2021 та 2022 роках

Майже на одному рівні залишилося поголів'я свиней уельської (749 голів у 2021 році і 739 голів – в 2022) та червоної білопоясої порід (1091 і 939 голів, відповідно), але вони не вирішують питання виробництва свинини з огляду на їх незначну численність. Трагічним для свинарства і взагалі галузі тваринництва України є те, що внаслідок воєнних дій зникли три вітчизняні локальні породи: українська м'ясна та українська степова ряба, які утримувалися лише в одному господарстві (ДП "ДГ ІТСП імені М. Ф. Іванова "Асканія-Нова" Херсонська область) та українська степова біла (ДП "ДГ ІТСП імені М. Ф. Іванова "Асканія-Нова" і ДП ДГ "Каховське" НААН, Херсонська область).

Варто також зазначити, що агресором було знищене поголів'я свиней великої білої породи в племінних господарствах Дніпропетровської, Донецької, Херсонської і, частково, Запорізької областей; породи дюроч – Донецької і, частково, Запорізької областей; породи ландрас – Дніпропетровської і, частково, Запорізької та Київської областей; полтавської м'ясної породи – Луганської області.

Оцінюючи стан племінного свинарства та його втрати лише за один рік війни варто зупинитися на походженні племінних тварин, або точніше їх належності до відповідних генеалогічних структур щоб зрозуміти, як рухатися далі, особливо в контексті вступу до ЄС.

У вітчизняному свинарстві прийнято відносити свинок до однієї родини за кличкою родоначальниці, а кнурців – родоначальника. Здебільшого такі лінії і родини є формальними, тому що родоначальники можуть бути в 20–30 поколіннях від живої тварини, але

такий підхід допомагає формувати генеалогію породи та здійснювати чистопородне розведення свиней.

На жаль у погоні за швидкими прибутками, які узгоджуються із високою інтенсивністю росту відгодівельного поголів'ям та високим виходом м'яса, але не його якістю, суб'єкти племінної справи у свинарстві вже давно і якимось не помітно перейшли від виробництва племінної продукції до виробництва свинини на промисловій основі. Безперечно, племінні репродуктори, відповідно до чинного законодавства України, мають право отримувати та реалізувати помісних чи гібридних свиней, але в основі племінного ядра – чистопородні тварини, які розподілені за відповідними лініями і родинами. Розведення чистопородних свиней – прерогатива племінного заводу. Але наші попередні дослідження генеалогічної структури порід свиней України засвідчували протилежну тенденцію [2, 10, 12].

Проведений нами аналіз генеалогічної структури 7 порід свиней, які утримувалися у суб'єктах племінної справи України у 2022 році, тобто під час першого року повномасштабної агресії росії, засвідчив наявність значної кількості генеалогічних формувань, які не можна віднести до конкретної популяції, швидше за все це імпортоване поголів'я для виробництва свинини на промисловій основі.

Дослідженнями встановлено, що серед 122 кнурів великої білої породи 23,8% (29 голів) належали до 12 генеалогічних формувань, які об'єднані кличкою, тобто походженням з родоначальником лінії, але при цьому такі лінії, як Егон, Еландр, Макс не мають відношення до даної породи. До генеалогічних формувань великої білої породи, які використовуються для чистопородного розведення, відносяться

лінія Маршала (4 кнур), Денні (5 кнурів), Славутича (6 кнурів) і Чемпіона турка (1 кнур), але це дуже мала кількість, щоб вести мову про чистопорідних потомків у племінних стадах. Водночас 59,8 % (73 голів) з числа наявних кнурів віднесено до особин, які не об'єднані кличкою у відповідні генеалогічні формування, а мають лише номер, причому різний і здебільшого робочий. 16,4 % (20 кнурів) – це представники різних країн походження, як то велика біла данського походження ( ВБДП) тощо. Тобто, значну частину кнурів великої білої породи, яких реєструють як племінних, можна віднести до гібридних, причому не першої генерації, або представників зарубіжних компаній, які в номері кодують породу, стадо, лінію тощо, але при цьому вітчизняному виробнику подібний номер не є інформативним в результаті чого замість поліпшення відповідних господарськи корисних ознак у потомства відбувається зворотна дія.

В свою чергу, серед 5583 досліджених свиноматок великої білої породи лише 18,9 % (1054 голів) відносилися до відповідного генеалогічного формування, а решта, як і серед кнурів, це так звані угруповання, що представлені тваринами лише з робочими номерами (20,8 %), або розділені за країною походження (60,3 %). До найбільш численних віднесено родини Волшебниці, Герані, Гвоздики, Реклами, Розалінди, Сої, Сніжинки, Тайги, Хуке, Фортуни, Ч. Птички. Але чітко сказати, що це чистопорідні тварини неможливо з огляду на наявність у стадах, де вони утримуються, плідників без підтвердженого походження. Тобто, якщо уявити, що такий стан однієї з найбільш численних порід, то про чистопорідність тварин, а отже – племінне свинарство можна забути.

Генеалогічна структура свиней породи дюрок об'єднала 4 лінії, які були в породі впродовж останніх років (Вітаміна, Ладана, Музила, Мусса) з одиничними представниками в кожній та появи кнурів, які не належать до наявних генеалогічні формування, а записані до форм племінного обліку лише за номером, тобто їх теж можна віднести до гібридних особин, або до представників зарубіжного походження з іншою системою племінного обліку. Серед 14 родин свиноматок даної породи відносно багаточисленними (10–13 голів) були родини Гастели, Лами, Рози, Ромашки і Росинки. Водночас 58 маток (37,2 %) не об'єднані в генеалогічні формування, оскільки мають лише робочий номер. Загалом, порода дюрк навіть за зникнення одного стада внаслідок військової агресії, здатна відродити вітчизняний генофонд на чистопорідній основі.

Свиней породи ландрас, з огляду на їх інтенсивне завезення з інших країн та багаторічне використання при схрещуванні, проблематично об'єднати в лінії чи родини. Серед 94 наявних у породі кнурів 89,4 % (84 голови) мали лише робочий номер, за яким не можна згрупувати тварин за походженням. До класичних для породи можна віднести лінії Енорма і Егона, але вони представлені лише одиничними кнурами. Не характерні для породи лінії Макса і Маршала. Серед 1029 голів свиноматок 90,4 % – це тварини без кличок і з різними номерами, які

подаються як родина. Тобто, про чистопорідне розведення свиней цієї породи навіть в умовах суб'єктів племінної справи не може йти мови взагалі. Є гібридні тварини, яких залюбки використовують для виробництва свинини.

У полтавській м'ясній породі, поза втрату тварин, які залишилися на окупованій території Луганської області (а це майже половина популяції), збережено лінії Муфлона, Стрільця і Супутника і родини Ворскли, Дорзи, Пальми та інших, які були на етапі її апробації, тобто можна стверджувати про збереження генофонду та можливість чистопорідного розведення свиней. Безперечно, в породі, як і серед інших генотипів, є нехарактерні для неї лінії (Ландрас), але відсутні особини без походження.

Порода п'єтрен, як популяція виключно зарубіжного походження, представлена лише номерними лініями і родинами, тобто вести мову про її генеалогічну структуру та чистопорідне розведення особин в зрозумілому для нас сенсі не реально. Хоча свині даної породи дуже добре реалізуються як племінний матеріал.

В уельській породі з 8 кнурів лише один належить до лінії Віктора, а решта не мають відповідної лінійної належності. Усі наявні в породі 80 свиноматок теж не підтвердили своєї належності до відповідної родини.

Свині червоної білопоясої породи, як однієї з нечисельних, відносяться до 3-х ліній (Дебюта, Динаміта і Добряка) і 4-х родин (Декади, Дельти, Дойни і Драбовки), які мають безпосереднє відношення до породи. Але вони, як і уельська порода, розводяться лише в одному господарстві, тобто можуть повторити сумну участь української м'ясної, української степової білої та рябї порід.

Моніторинг наявних порід свиней лише за їх генеалогією не дав би повного уявлення про дійсний стан галузі, тому ми наводимо відтворювальну здатність свиноматок та середньодобові прирости ремонтного молодняка (табл. 1), як основу економічної ефективності племінного свинарства.

Оцінюючи свиноматок по віку першого опоросу (12,3–14,4 міс.) можна зробити висновок про істотні зміни в галузі, причому не на користь племінного свинарства, оскільки для останнього рекомендовані пізніші строки осіменіння свиноматок, а отже – і віку першого опоросу. В даному випадку можна констатувати, що в процес відтворення залучені свинки, крім червоної білопоясої породи, які досягли живої маси 120–130 кг у віці 8–9 місяців. Свиноматки характеризувалися неоднорідністю показнику багатоплідності як в межах однієї породи, так і між породами. При цьому найбільший розмах показнику виявлено серед маток великої білої породи (8–15 голів) і ландрас (10,8–17,8 голів). Тобто, висока продуктивність свиноматок може побічно узгоджуватися з генеалогією цих порід та наявністю імпортованого поголів'я, яке при схрещуванні забезпечило ефект гетерозису.

Відмічена досить висока збереженість поросят до відлучення (89–97%), що може вказувати на належні технологічні умови під час вирощування поросят під матками.

Таблиця 1

Відтворювальна здатність свиноматок наявних у 2022 році порід свиней України

Порода	Вік свиноматок при першому опоросі, міс	Багатоплідність, гол		Кількість поросят при відлученні, гол.	Жива маса гнізда поросят при відлученні у віці 45 діб, кг		Маса однієї голови при відлученні у віці 45 діб, кг	Середньодобовий приріст ремонтного молодняка, г
		M±m	Lim		M±m	Lim		
Велика біла	12,8±0,53	11,9±1,14	8–15	11,2±0,89	156±23,41	57–395	13,6±1,43	295–818
Дюрок	12,4±0,27	12,0±0,52	11,1–12,5	11,5±0,41	159±5,19	101–275	13,8±0,51	470–810
Ландрас	12,3±0,79	12,7±1,18	10,8–17,8	12,0±0,65	159±18,46	92–294	13,5±1,37	437–860
П'єтрен	12,5±0,23	10,9±0,36	9–12,4	10,6±0,29	133±4,22	68–240	13,0±0,41	460–860
Полтавська м'ясна	13,1±0,41	9,9±0,31	9,5–10,6	9,7±0,33	127±5,18	170–178	12,4±0,34	467–735
Уельська	12,3	13,1	–	12,7	141	–	12,3	628
Червона білопояса	14,4	10,1	–	10,1	115	–	12,0	504

З'ясовано, що в суб'єктах племінної справи відлучення поросят від свиноматки відбувається у різні строки (28–60 діб), але при цьому зафіксовано вражаюче нереальні показники маси гнізда поросят у віці 60 діб – 240–395 кг у порід велика біла, ландрас, дюрок і п'єтрен. Навіть скориговані показники віку відлучення поросят для усіх порід на 45 днів вказують на неточність оцінки маток, або відсутність племінного обліку взагалі, оскільки відбувається промислове виробництво продукції. Підтверджує догмату про промислове виробництво свинини і середньодобовий приріст ремонтного молодняка, особливо в тих племінних стадах, де цей показник вище 800 г. Тобто, це відгодівля молодняка, а не вирощування свиней для ремонту.

Отже, аналіз генеалогічної структури та продуктивності свиней 7 порід, які формували племінну базу галузі у 2022 році, дозволив зробити висновок, що кожна з них знаходиться під загрозою зникнення не лише через бойові дії чи мінімальну кількість поголів'я, але й через поглинання генофонду вітчизняних порід зарубіжним матеріалом та відсутність чистопородного розведення. І навіть величезне бажання наукової спільноти відновити вітчизняне свинарство на чистопородній основі має дуже мало шансів.

Безперечно, проблему забезпечення населення продуктами тваринного походження, включаючи свиней, потрібно вирішувати. Для цього кращих методів, ніж схрещування і гібридизація годі шукати. Але без чистопородного розведення та власної племінної бази не буде вітчизняного свинарства.

Наразі ми рухаємося в Європейський Союз, де діють чіткі правила щодо розведення свиней, торгівлі та ввозу чистопородних племінних тварин, гібридів племінних свиней та їхніх зародкових продуктів [13, 14], створені породні організації, які ведуть племінні книги та розробляють програми розведення кожної породи, або племінні реєстри для гібридів племінних свиней. І що найголовніше – навіть заводчик, власник свиней, включаючи гібридних, не може нехтувати прописаними правилами.

Загальновідомо, що збереження біорозмаїття тваринного світу, до складу якого входять і свині, було, є і буде особливо актуальним у світі і Україні як з позиції зміни клімату, так і голоду та воєн [15–21].

Тому наше бажання зберегти вітчизняну племінну базу галузі свинарства і, тваринництва в цілому, співпадає з таким само у вітчизняних вчених (Волошук В. М., 2014 [1], Гетья А. А., Супрун І. О., 2021[3], Церенюк О. М., Гришина Л. П., Перетятко Л. Г., [6], Мирась В. В., Ткачова А. Ф., Хватов А. І., Файзулін Р. А., Розсоха Л. В., 2001, [21], Гузев І. В., Подоба Б. Є., Резникова Н. Л., 2012 [22], Полупан Ю. П., Басавський Д. М., Резникова Н. Л., Резникова Ю. М., 2017 [23] та іншими).

## Висновки

1. Руйнівні наслідки лише одного року війни для племінного свинарства проявилися у зникненні української м'ясної, української степової білої та української степової рябої порід, в результаті чого галузь представляють лише сім порід, скороченні на 20,3 % кількості племінних стад, на 21,5 % – поголів'я кнурів і на 17,3 % – свиноматок.

2. Аналіз генеалогічної структури свиней 7 порід, які утримувалися у суб'єктах племінної справи України у 2022 році, засвідчив наявність значної кількості генеалогічних формувань, які не можна віднести до конкретної популяції. При цьому в комерційних породах, якими наразі є велика біла і ландрас, переважна більшість кнурів і свиноматок не об'єднані за походженням, що унеможливило лінійне розведення та отримання чистопорідних свиней, а також вказує на промислове виробництво продукції.

3. Представники зарубіжного походження присутні навіть серед племінних свиней не численних порід, якими на даному етапі розвитку галузі є дюрок, полтавська м'ясна і уельська, тобто й вони залучені до виробництва свинини на промисловій основі.

4. Оцінка продуктивності свиней вказує на порушення племінного обліку у більшості племінних стад або взагалі відмову від селекційної роботи з тваринами.

5. Племінна справа у свинарстві не відповідає не лише світовим вимогам, але й вітчизняним. З урахуванням чого потрібно гармонізувати вітчизняну нормативну базу у свинарстві до вимог Європейського Союзу й не тримати в категорії племінних власників свиней, які виробляють свинину на промисловій основі.

## Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

1. Voloshchuk, V. M. (2014). Stan i perspektyvy rozvytku haluzi svynarstva. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 2, 17–20. [in Ukrainian]
2. Voitenko, S. L. (2018). The status and trends of the pig breeding development on the tribal basis. *The Scientific and Theoretical Professional Journal "Scientific Herald "Askania Nova."* 1 (11), 157–169. <https://doi.org/10.33694/2617-0787-2018-1-11-157-169>
3. Getya, A., & Suprun, I. (2021). Current state and prospects of development of tribal resources of pigs in Ukraine. *Bulletin of Summy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 2 (45), 146–152. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.2.22>
4. Mykhalko, O. H. (2021). Current state and ways of pig production in the world and Ukraine. *Bulletin of Summy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 3 (46), 61–77. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.3.9>
5. Povod, M., Andrievia, D., Lykhach, A., Deschenko, O., Lykhach, V., Reznichenko, V., & Bondarskaya, O. (2022). Pre-war state of domestic pig breeding. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 175–185. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.21>
6. Tsereniuk, O., Gryshyna, L., & Peretiatio, L. (2022). Analysis of the breeding base of pig breeding in Ukraine. *Pig Breeding the Interdepartmental Subject Scientific Digest*, 77-78, 72–82. <https://doi.org/10.37143/0371-4365-2022-77-78-06>
7. Vitchyzniane svynarstvo: TOP-5 indykatoriv haluzi. *Agravery*. Retrieved from: <https://agravery.com/uk/posts/show/vitciznane-svynarstvo-top-5-indykatoriv-galuzi> [in Ukrainian]
8. Hopka, M. (2013). Z chym svynarstvo Ukrainy y svitu uviishlo u 2023 rik. *Agro Times*. Retrieved from: <https://agrotimes.ua/opinion/z-chym-svynarstvo-ukrayiny-y-svitu-uvijshlo-u-2023-rik/> [in Ukrainian]
9. Hetia, A. A. (2000). *Orhanizatsiia selektsiynoho protsesu v suchasnomu svynarstvi*. Poltava: Poltavskiy literator [in Ukrainian]
10. Voitenko, S. L., & Vyshnevskiy, L. V. (2014). Monitorynh linii, yak skladovykh porid u svynarstvi. *Svynarstvo*, 65, 82–88. [in Ukrainian]
11. Pryima, S. V. (red). (2023). *Derzhavnyi reiestru subiektiv plemynnoi spravy u tvarynytsvtvi: Tom II*. Kyiv [in Ukrainian]
12. Hladii, M. V., Voitenko, S. L., & Vyshnevskiy, L. V. (2014). Henealohichna struktura porid svynei Ukrainy. *Tvarynytsvtvo Ukrainy*, 12, 41–42. [in Ukrainian]
13. Voitenko, S. L., & Vyshnevskiy, L. V. (2019). Novi pravyla rozvedennia chystoporodnykh plemynnykh svynei ta hibrdiv plemynnykh svynei u Yevropeiskomu Soiuzi. *Svynarstvo*, 73, 111–117. [in Ukrainian]
14. Regulation (EU) 2016/1012 of European parliament and of the council of 8 June 2016 on zootechnical and genealogical conditions for the breeding, trade in and entry into the Union of purebred breeding animals, hybrid breeding pigs and the germinal products thereof and amending Regulation (EU) No 652/2014, Council Directives 89/608/EEC and 90/425/EEC and repealing certain acts in the area of animal breeding ('Animal Breeding Regulation'). (2016). *Official Journal of the European Union*, L 171. 66–143. Retrieved from: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/213e7a66-3ddb-11e6-a825-01aa75ed71a1>
15. *Global plan of action for animal genetic resources and the interlaken declaration on animal genetic resources*: adopted by the international technical conference on animal genetic resources for food and agriculture (Interlaken, Switzerland, 3–7 September 2007). (2007). Rome: FAO. Retrieved from: <https://www.fao.org/3/a1404e/a1404e.pdf>
16. Belew, A. K., Tesfaye, K., Belay, G., & Assefa, G. (2016). The state of conservation of animal genetic resources in developing countries: a review. *International Journal of Pharma Medicine and Biological Sciences*, 5 (1), 58–66. <https://doi.org/10.18178/ijpmb.5.1.58-66>
17. Gandini, G. C., Ollivier, L., Danell, B., Distl, O., Georgoudis, A., Groeneveld, E., Martyniuk, E., van Arendonk, J. A. M., & Woolliams, J. A. (2004). Criteria to assess the degree of endangerment of livestock breeds in Europe. *Livestock Production Science*, 91 (1–2), 173–182. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.08.001>
18. Boettcher, P. J., & Akin, O. (2010). Current arrangements for national and regional conservation of animal genetic resources. *Animal Genetic Resources/Ressources Génétiques Animales/Recursos Genéticos Animales*, 47, 73–83. <https://doi.org/10.1017/s2078633610000949>
19. Hladii, M. V., Polupan, Yu. P., Basovskiy, D. M., Vyshnevskiy, L. V., Kovtun, S. I., Sydorenko, O. V., Voitenko, S. L., Podoba, B. Ie., Biriukova, O. D., & Rieznykova, N. L. (2018). *Prohrama zberezheniia lokalnykh ta znykaiuchykh porid silskohospodarskykh tvaryn v Ukraini na 2017–2025 roky*. Sumy [in Ukrainian]
20. Bashchenko, M. I. (red.). (2018). *Tvarynytsvtvo Ukrainy: stan, problemy, shliakhy rozvytku (1991–2017–2030 rr.)*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian]
21. Myras, V. V., Tkachova, A. F., Khvatov, A. I., Faizulin, R. A., & Rozsokha, L. V. (2001). Problemy zberezheniia porodnoho henofondu svynei Ukrainy. *Rozvedennia i Henetyka Tvaryn*, 34, 149–150. [in Ukrainian]
22. Huziev, I. V., Podoba, B. Ye., & Rieznykova, N. L. (2012). Deiaki aktualni pytannia zberezheniia henofondu tvaryn v suchasnomu konteksti. *Rozvedennia i Henetyka Tvaryn*, 46, 69–73. [in Ukrainian]
23. Polupan, Yu. P., Basavskiy, D. M., Rieznykova, N. L., & Rieznykova, Yu. M. (2017). Problema zberezheniia biolohichnoho riznomanittia henetychnykh resursiv silskohospodarskykh tvaryn. *Rozvedennia i Henetyka Tvaryn*, 54, 200–207. [in Ukrainian]

## ORCID

- S. Voitenko  <https://orcid.org/0000-0003-3530-6360>  
M. Petrenko  <https://orcid.org/0000-0002-5275-9401>  
B. Shaferivskiy  <https://orcid.org/0000-0001-5742-5016>  
T. Karuna  <https://orcid.org/0000-0001-9290-8961>



2023 Voitenko S. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Epizootological monitoring studies of chicken heterakosis spreading on the territory of Poltava region

O. Omelchenko | V. Yevstafieva✉

### Article info

Correspondence Author  
V. Yevstafieva  
E-mail:  
[evstva@ukr.net](mailto:evstva@ukr.net)Poltava State Agrarian  
University,  
Skovorody Str., 1/3,  
Poltava, 36003,  
Ukraine**Citation:** Omelchenko, O., & Yevstafieva, V. (2023). Epizootological monitoring studies of chicken heterakosis spreading on the territory of Poltava region. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 87–91. doi: 10.31210/spi2023.26.03.16

Poultry breeding is one of the most promising branches of agriculture. Serious losses to this industry are caused by invasion diseases, including chicken heterakosis, which is widespread throughout the world. Heterakises cause pathological changes in the caecum, where various forms of typhlitis and enterohepatitis develop, and at high prevalence of infection, especially in young animals, lead to their death. The causative agent of the disease, *Heterakis gallinarum* nematode, is a parasitic organism environmentally adapted to the climatic conditions of many geographical zones, which contributes to its wide spreading. The purpose of the research was to investigate chicken heterakosis spreading based on the results of analyzing the reporting documentation of the State Food and Consumer Service in Poltava region during 2018–2023. The conducted monitoring studies have established that in the conditions of the investigated region, the share of heterakosis among contagious poultry diseases makes 7.62 %. Infective poultry diseases account for 8.57 %. At the same time, the share of invasion diseases among poultry virulent pathology reaches 83.81 %. The share of heterakosis among poultry invasion diseases was at the level of 8.33 %, where the share of protozooses was the largest (67.71 %). Nematodoses accounted for a smaller share (18.75 %). Cestodiasis were most rarely detected in poultry (5.21 %). Among the protozoan, nematodous and cestodous poultry diseases on the territory of Poltava region, eimeriosis made the largest percentage (67.71 %). Among nematodoses, the share of ascariasis was 16.67 %, capillariasis – 2.08 %. Among cestodoses, drepanidoteniosis was detected, the share of which made 5.21 %. Analyzing the indicators of the prevalence of heterakosis infection found on the territory of poultry farms in Poltava region, it was found that chickens' infestation rate with heterakosis pathogen ranged from 0.06 to 0.19 % with an average value of 0.1 %. The highest indicators of the prevalence of heterakosis infection were detected in 2019–0.19 %. During 2020–2022, the infestation rates of poultry with heterakises gradually decreased from 0.12 to 0.06 %. The results of monitoring studies point to the relevance of further investigating the epizootological peculiarities of chicken heterakosis on the territory of certain regions of Ukraine.

**Keywords:** parasitology, chickens, heterakosis, spreading, monitoring studies.

## Епізоотологічні моніторингові дослідження щодо поширення гетеракозу курей на території Полтавської області

О. В. Омельченко | В. О. Євстаф'єва

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава, Україна

Птахівництво є однією з найперспективніших галузей сільського господарства. Серйозні збитки цій галузі завдають інвазійні хвороби, у тому числі й гетеракоз курей, який має значне поширення у всьому світі. Гетеракиси викликають патологічні зміни в сліпих кишках, де розвиваються різні форми тифлітів, ентерогапатитів, а за високої інтенсивності інвазії, особливо у молодяку, спричиняють їх загибель. Збудник хвороби – нематода *Heterakis gallinarum* є екологічно адаптованим паразитичним організмом до кліматичних умов багатьох географічних зон, що сприяє його повсюдному розповсюдженню. Метою досліджень було дослідити поширення гетеракозу курей за результатами аналізу звітної документації Держпродспоживслужби в Полтавській області впродовж 2018–2023 рр. Проведеними моніторинговими дослідженнями встановлено, що в умовах досліджуваного регіону частка гетеракозу серед заразних хвороб птиці становить 7,62 %. На інфекційні захворювання птиці припадає 8,57 %. Водночас, частка інвазійних захворювань серед заразної патології птиці сягає 83,81 %. Частка гетеракозу серед інвазійних захворювань птиці була на рівні 8,33 %, де найбільшою виявилася частка протозоозів (67,71 %). Меншу частку становили нематодози (18,75 %). Найрідше у птахів виявляли цестодози (5,21 %). Серед протозойних, нематодозних та цестодозних захворювань птиці на території Полтавської області найбільший відсоток припадав на еймеріоз (67,71 %). Серед нематодозів частка аскаридіозу склала 16,67 %, капіляріозу – 2,08 %. Серед цестодозів виявлено дрепанідотеніоз, частка якого становила 5,21 %. Аналізуючи показники екстенсивності гетеракозної інвазії, що встановлені на території птахогосподарств Полтавської області виявлено, що інвазованість курей збудником гетеракозу коливалася від 0,06 до 0,19 % за середнього значення 0,1 %. Найвищі показники екстенсивності гетеракозної інвазії встановлено у 2019 р. – 0,19 %. Впродовж 2020–2022 рр. показники зараження птиці гетеракисами поступово знижувалися з 0,12 до 0,06 %. Результати моніторингових досліджень вказують на актуальність подальшого вивчення епізоотологічних особливостей гетеракозу курей на території окремих регіонів України.

**Ключові слова:** паразитологія, кури, гетеракоз, поширення, моніторингові дослідження**Бібліографічний опис для цитування:** Омельченко О. В., Євстаф'єва В. О. Епізоотологічні моніторингові дослідження щодо поширення гетеракозу курей на території Полтавської області. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 87–91.

## Introduction

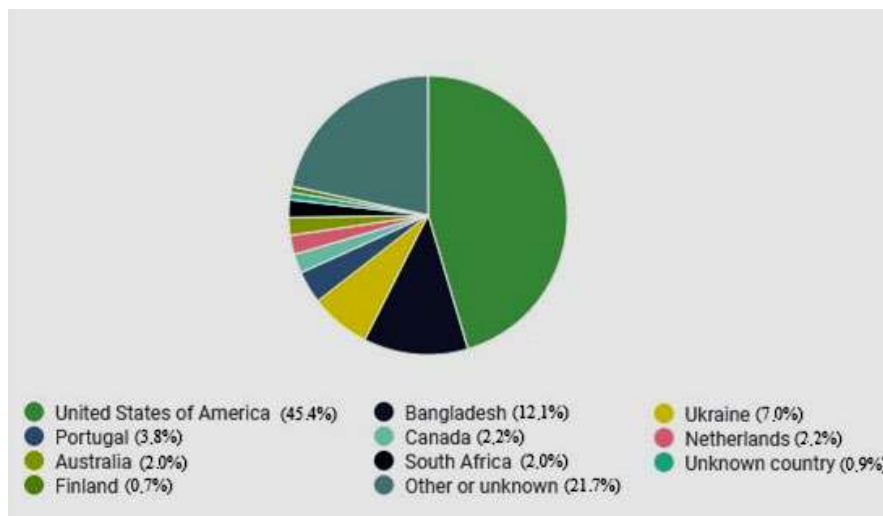
Heterakosis, according to many authors, is a widespread invasion disease of chickens, where it is, first of all contributed by a wide range of hosts – the majority of domestic and wild birds' species. The causative agents of the disease are the nematodes of *Heterakis* genus, parasitic organisms that are environmentally adapted to

the climatic conditions of many geographical zones, which favors its wide spreading [1–7].

In particular, according to worldwide geo-location records, on the request of *Heterakis gallinarum* on the platform of the GBIF information system, the degree of poultry infestation rate by this type of parasite can vary from 0.9 to 45.4% in some countries [8] (Figs. 1, 2).



**Fig. 1.** Data as to worldwide geo-location records on the request of *Heterakis gallinarum* on the platform of the GBIF information system [8].



**Fig. 2.** Heterakosis spreading among poultry in separate countries of the world according to geo-location records on the platform of the GBIF information system [8].

Thus, heterakosis among poultry is most often diagnosed in the USA (45.4 %), Bangladesh (12.1 %), and Ukraine (7.0 %). Insignificant infestation rate of poultry by heterakises was found in Portugal (3.8 %), Canada and the Netherlands (2.2 %), Australia, South Africa (2.0 %), and Finland (0.7 %) [8].

According to the authors, high infestation rates of chickens with *H. gallinarum* were revealed on the territory of Vietnam, where the average prevalence of infection indicators made 42.2–43.3% [9]. The prevalence of heterakosis infection in reproductive geese was at the level of 37.5%. Moreover, the degree of poultry infestation depended on their age, where the prevalence of

infection reached 50 % in poultry before 1 year of age. Subsequently, the rate of poultry being infected with heterakises gradually decreased and made 42 % in geese aged from 1 to 2 years, and 30 % from 2 to 3 years [10]. On farms in Prussia, heterakosis was detected in only 5.7 % of examined chickens [11].

The scholars searched for investigations in six databases, and all in all 2,985 articles published between 1942 and 2019 were analyzed. According to their analysis, more than 30 of helminthes' species were found in chicken populations, including *H. gallinarum* diagnosed in 28.5% of poultry. The spreading of helminthic invasion is reported to be decreasing in developing countries and



increasing in developed countries, especially in case of floor housing and outdoor keeping of chickens [12]. Such a significant heterakosis spreading among chickens determines the urgency of conducting monitoring studies on this invasion spreading in Ukraine.

### The aim of the study

The purpose of the research was to investigate the spreading of chicken heterakosis based on the results of analyzing the reporting documentation of the State Food and Consumer Service in Poltava region during 2018–2023.

To achieve the goal, the following *tasks* were solved: to establish the share of heterakosis among infectious and invasion diseases of chickens; to determine the indicators of the prevalence of chicken heterakosis infection year after year.

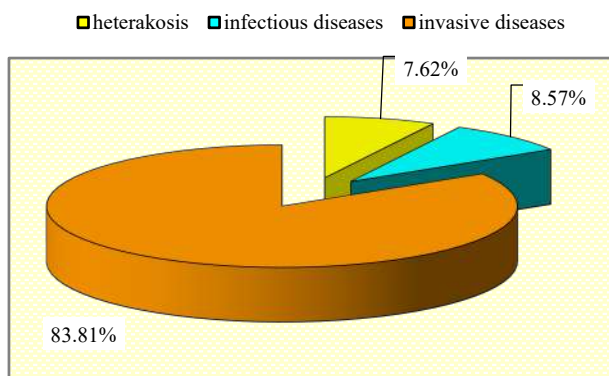
### Materials and methods

Monitoring studies on heterakosis spreading among chickens on the territory of Poltava region were carried out based on the results of statistical data analysis of the reporting documentation of the Main Department of the State Food and Consumer Service in Poltava region during 2018–2023.

The following data were determined for the studied period: the share of heterakosis among infectious and invasion chicken diseases; the percentage ratio of detected helminthic diseases; average prevalence indicators of heterakosis invasion (EI, %) according to the results of coproscopic studies during the years of the researched period on the territory of Poltava region.

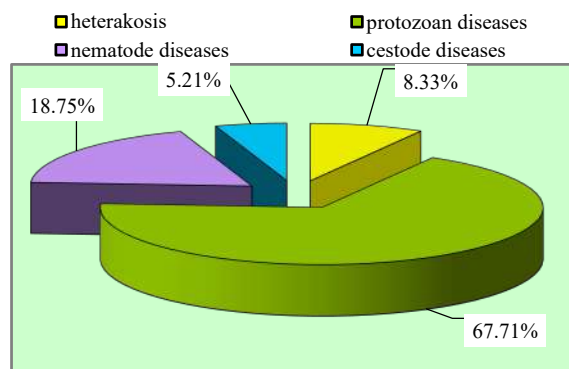
### Results and discussion

It has been established by the conducted monitoring studies that on the territory of Poltava region, the share of heterakosis among poultry infectious diseases makes 7.62 %. Such contagious poultry diseases as colibacillosis, aspergillosis, and salmonellosis account for 8.57 %. At the same time, the share of invasion diseases among infectious poultry pathologies reaches 83.81 % (Fig. 3).



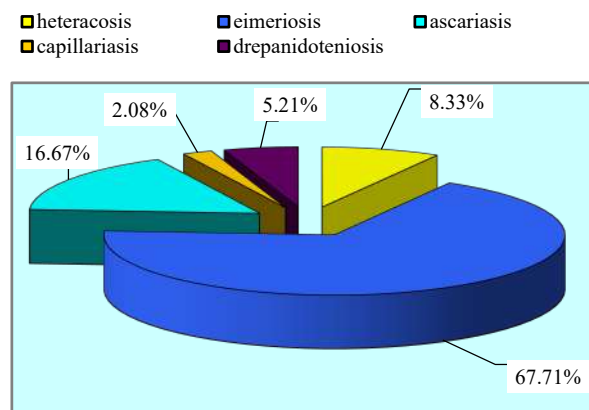
**Fig. 3.** The share of heterakosis invasion among poultry contagious pathology registered on the territory of Poltava region

The share of heterakosis among invasion poultry diseases was at the level of 8.33 %, where the share of protozoases was the largest (67.71 %). Nematodoses accounted for a smaller share (18.75 %). Cestodoses were most rarely detected in poultry (5.21 %) (Fig. 4).



**Fig. 4.** The share of heterakosis invasion among invasion poultry diseases registered on the territory of Poltava region

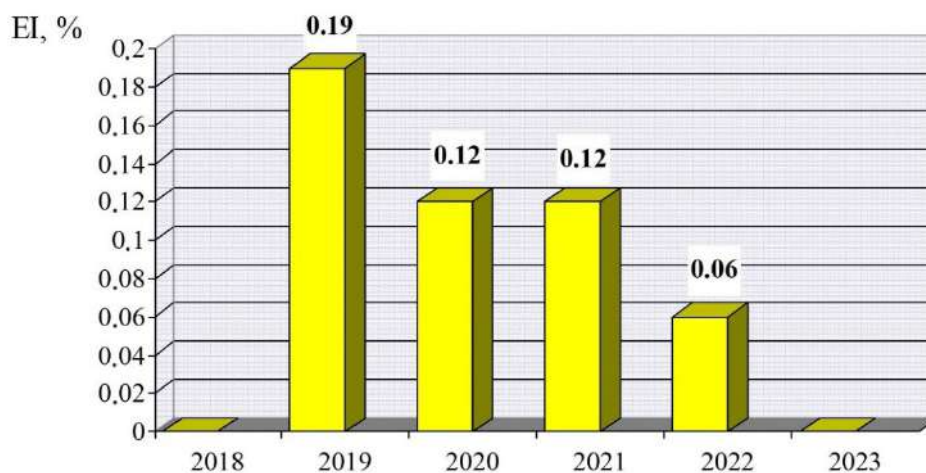
Among protozoan, nematodous and cestodous poultry diseases on the territory of Poltava region, the share of heterakosis made 8.33%. The largest number of infected poultry was found to have eimeriosis (67.71 %). Among nematodoses, the share of ascariasis was 16.67 %, and capillariasis – 2.08 %. Among cestodoses, drepanidoteniosis was detected, the share of which made 5.21 % (Fig. 5).



**Fig. 5.** The share of heterakosis invasion among protozoan, nematodous and cestodous poultry diseases registered on the territory of Poltava region

Analyzing the indicators of the prevalence of heterakosis infection registered on the territory of poultry farms in Poltava region, it was found that during 2018–2023, the average infestation rate of chickens with heterakosis pathogen made 0.1 % fluctuating from 0.06 to 0.19 % (Fig. 6).

The highest values of the prevalence of heterakosis infection were registered in 2019 – 0.19 %. During 2020–2022, the indicators of infection rates of poultry with heterakises gradually decreased from 0.12 to 0.06 %. In 2018 and 2023, heterakises were not detected in poultry according to the results of coproscopic studies.



**Fig. 6.** Indicators of the prevalence of poultry heterakosis infection on the territory of Poltava region

The highest values of the prevalence of heterakosis infection were registered in 2019 – 0.19 %. During 2020–2022, the indicators of infection rates of poultry with heterakises gradually decreased from 0.12 to 0.06 %. In 2018 and 2023, heterakises were not detected in poultry according to the results of coproovoscopic studies.

Literary data indicate a significant spreading of heterakosis among poultry and wild birds, which is associated with the biological characteristics of these parasites and a high resistance of pathogens to adverse factors in the environment at exogenous stages of development [8, 13–17]. Therefore, the analysis of the statistical data of the reporting documentation of the Main Department of the State Food and Consumer Service in Poltava region for 2018–2023 was conducted. It has been found that the share of heterakosis among contagious poultry diseases is 7.62 %. At the same time, the share of heterakosis among invasion poultry diseases was at the level of 8.33 %. On the territory of poultry farms in Poltava region, it was found that the invasion rate of chickens with heterakosis pathogen ranged from 0.06 to 0.19 %, with an average value of 0.1 %. The highest values of the prevalence of heterakosis infection were registered in 2019 – 0.19 %. In the course of 2020–2022, the rates of poultry infestation with heterakises gradually decreased from 0.12 to 0.06 %.

In Ukraine, there are only separate papers devoted to the study of heterakosis invasion among birds, where this pathogen is often considered as a co-member of association invasions or individual nematodoses' pathogens. So, according to the results of the authors' research, it was found that in the conditions of farms in Poltava region, the infection rate of goose population with heterakises made 32.25 % [18, 19]. Other scholars note that the main co-members of *Baruscapillaria* genus capillaria in the examined geese are heterakosis pathogens (14.15 %) [20, 21].

## Conclusions

Based on the analysis of the reporting documentation of the State Food and Consumer Service in Poltava region during 2018–2023, it has been established that among the general contagious poultry pathology, the share of heterakosis makes 7.62%, and among invasion diseases –

8.33 %. Among the invasion poultry diseases, the share of protozoases turned out to be the largest (67.71 %). Nematodoses accounted for a smaller share (18.75 %). Cestodoses were most rarely detected in poultry (5.21 %). The average prevalence of heterakosis infection during the studied period was at the level of 0.1 % fluctuating from 0.06 % (2022) to 0.19 % (2019).

*Prospects for further research.* Prospects for the further research are the study of chicken heterakosis spreading in the conditions of personal peasant farms of Poltava region based on the results of coproovoscopic examinations of poultry.

## Conflict of interest



The authors state that there is no conflict of interest.

## References

1. Al-Moussawi, A. A. (2016). Nematodes of the Turkey *Meleagris gallopavo* (Galliformes: Phasianidae) from Al-Nasiryah, Iraq. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 8 (4), 126–131.
2. Amundson, C. L., Traub, N. J., Smith-Herron, A. J., & Flint, P. L. (2016). Helminth community structure in two species of arctic-breeding waterfowl. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 5 (3), 263–272. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2016.09.002>
3. Yevstafiyeva, V. A., Melnychuk, V. V., Nikiforova, O. V., Suprunenko, K. V., Korchan, L. N., Lokes-Krupka, T. P., Nehrebetskyi, I. S., & Korchan, N. I. (2018). Comparative morphology and biology of nematodes of genus *Heterakis* (Nematoda, Heterakidae), parasites of the domestic goose (*Anser anser*) in Ukraine. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9 (2), 229–236. <https://doi.org/10.15421/021834>
4. Kaufmann, F., Daş, G., Sohnrey, B., & Gauly, M. (2011). Helminth infections in laying hens kept in organic free range systems in Germany. *Livestock Science*, 141 (2–3), 182–187. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.05.015>
5. Ogbaje, C. I., Agbo, E. O., & Ajanusi, O. J. (2012). Prevalence of *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum* and tapeworm infections in birds slaughtered in Makurdi Township. *International Journal of Poultry Science*, 11 (2), 103–107. <https://doi.org/10.3923/ijps.2012.103.107>
6. Phiri, I. K., Phiri, A. M., Ziela, M., Chota, A., Masuku, M., & Monrad, J. (2007). Prevalence and distribution of gastrointestinal helminths and their effects on weight gain in free-range chickens in Central Zambia. *Tropical Animal Health and Production*, 39 (4), 309–315. <https://doi.org/10.1007/s11250-007-9021-5>

7. Tompkins, D. M., Greenman, J. V., Robertson, P. A., & Hudson, P. J. (2000). The role of shared parasites in the exclusion of wildlife hosts: *Heterakis gallinarum* in the ring-necked pheasant and the grey partridge. *Journal of Animal Ecology*, 69 (5), 829–840. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2000.00439.x>
8. *Heterakis gallinarum* (Schränk, 1788) Madsen, 1949 in GBIF Secretariat. *GBIF Backbone Taxonomy*. <https://doi.org/10.15468/39omei>
9. Van, N. T. B., Cuong, N. V., Yen, N. T. P., Nhi, N. T. H., Kiet, B. T., Hoang, N. V., Hien, V. B., Thwaites, G., Carrique-Mas, J. J., & Ribas, A. (2019). Characterisation of gastrointestinal helminths and their impact in commercial small-scale chicken flocks in the Mekong Delta of Vietnam. *Tropical Animal Health and Production*, 52 (1), 53–62. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01982-3>
10. Bobrek, K., & Gawel, A. (2020). Prevalence of *Heterakis* infection in parental flocks of geese. *Avian Diseases*, 64 (4), 552–555. <https://doi.org/10.1637/0005-2086-64.4.552>
11. Tomza-Marciniak, A., Pilarczyk, B., Tobiańska, B., & Tarasewicz, N. (2014). Gastrointestinal parasites of free-range chickens. *Annals of Parasitology*, 60 (4), 305–308.
12. Shifaw, A., Feyera, T., Walkden-Brown, S. W., Sharpe, B., Elliott, T., & Ruhne, I. (2021). Global and regional prevalence of helminth infection in chickens over time: a systematic review and meta-analysis. *Poultry Science*, 100 (5), 101082. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101082>
13. Wuthijaree, K., Lambert, C., & Gauly, M. (2017). Prevalence of gastrointestinal helminth infections in free-range laying hens under mountain farming production conditions. *British Poultry Science*, 58 (6), 649–655. <https://doi.org/10.1080/00071668.2017.1379049>
14. Wongrak, K., Daş, G., Moors, E., Sohnrey, B., & Gauly, M. (2014). Establishment of gastro-intestinal helminth infections in free-range chickens: a longitudinal on farm study. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 127 (7-8), 314–321.
15. Sherwin, C. M., Nasr, M. A. F., Gale, E., Petek, M., Stafford, K., Turp, M., & Coles, G. C. (2013). Prevalence of nematode infection and faecal egg counts in free-range laying hens: relations to housing and husbandry. *British Poultry Science*, 54 (1), 12–23. <https://doi.org/10.1080/00071668.2012.757577>
16. Gicik, Y., & Arslan, M. Ö. (2003). The prevalence of helminths in the alimentary tract of geese (*Anser anser domesticus*) in Kars District, Turkey. *Veterinary Research Communications*, 27 (5), 391–395. <https://doi.org/10.1023/a:1024710221179>
17. Fedynich, A. M., Finger, R. S., Ballard, B. M., Garvon, J. M., & Mayfield, M. J. (2005). Helminths of ross' and greater white-fronted geese wintering in South Texas, U.S.A. *Comparative Parasitology*, 72 (1), 33–38. <https://doi.org/10.1654/4159>
18. Yevstafieva, V. O., & Mykhailiutenko, S. M. (2011). Poshyrennia kyshkovykh nematodoziv husei u hospodarstvakh Poltavskoi oblasti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 91–93. [in Ukrainian]
19. Mykhailiutenko, S. M. (2012). Poshyrennia kyshkovykh nematodoziv husei u pryvatnykh hospodarstvakh Poltavskoi oblasti. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ah-Roekolohichnoho Universytetu*, 1 (3(1)), 87–90. [in Ukrainian]
20. Yeresko, V. I., & Kovalenko, V. O. (2017). Capillariasis as a part of mixtinvasions of the digestive tract of geese. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 143–145. <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.04.29>
21. Yevstafieva, V., Yeresko, V., Melnychuk, V., & Bakhur, T. (2020). Prevalence and co-infection of *Baruscapillaria* genus (Nematoda, Capillariidae) in domestic geese in Ukraine. *Folia Veterinaria*, 64 (1), 32–38. <https://doi.org/10.2478/fv-2020-0005>

#### ORCID

- O. Omelchenko  <https://orcid.org/0009-0003-2012-1563>  
 V. Yevstafieva  <https://orcid.org/0000-0003-4809-2584>



2023 Omelchenko O. and Yevstafieva V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Age dynamics and breed susceptibility of dogs to intestinal nematodes in the city of Kharkiv

A. Kitichenko<sup>1</sup> | V. Melnychuk<sup>1,2</sup>✉

### Article info

Correspondence Author

V. Melnychuk

E-mail:

[melnychuk86@ukr.net](mailto:melnychuk86@ukr.net)

<sup>1</sup>Poltava State Agrarian University,  
Skovorody Str., 1/3,  
Poltava, 36003, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Veterinary Medicine of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,  
30 Donetska St.,  
Kyiv, 03151, Ukraine

**Citation:** Kitichenko, A., & Melnychuk, V. (2023). Age dynamics and breed susceptibility of dogs to intestinal nematodes in the city of Kharkiv. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 92–96. doi: 10.31210/spi2023.26.03.17

In recent years, more and more scientists have been studying the structure and functioning of parasitic systems in domestic carnivores. This is related to the understanding of the evolutionary significance of parasites for host animals and the role of parasites in the functioning of biocenoses. It is possible to analyze the dynamics of interactions between parasite populations and their hosts only from monitoring studies, the conduct of which is quite time-consuming. That is why establishing the age dynamics of intestinal helminthiasis in dogs of various breeds in the conditions of large cities is an extremely relevant area of research. The purpose of the research was to establish the susceptibility of dogs to causative agents of nematodes depending on their age and breed in the conditions of the city of Kharkiv. The conducted studies established that the fauna of nematodes of the digestive tract of dogs in the conditions of the studied region is represented by helminths of the species *Trichuris vulpis*, *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina* and the genus *Ancylostoma/Uncinaria*. Young dogs aged 6 to 12 months were the most infested with trichurosis and strongyloidosis of the digestive organs, where the indicators of the extent of invasion were 32.4 and 16.8%, respectively. For toxocarosis and toxascarosis, higher rates of damage in dogs were found in puppies under 6 months of age. – 37.0 and 16.9 %, as well as in young animals aged from 6 to 12 months. – 18.2 and 17.1 %, respectively. Subsequently, with the age of the dogs, the indicators of the extensiveness of the invasion gradually decreased and ranged from 2.4 to 7.5 %. Breed susceptibility of dogs to causative agents of trichurosis, toxocarosis, toxascarosis and strongyloidosis of the digestive organs was characterized by a significant lesion of crossbreeds and stray dogs, where the indicators of the extent of invasion were 22.9 %, 21.5 %, 13.3 % and 18.4 %, respectively. Dogs of hunting (22.1 %, 13.8 %, 11.7 % and 8.2 %) and service (20.1 %, 9.7 %, 4.3 % and 4.3 %) breeds were less infested. Less often, helminthiasis was established in dogs of decorative breeds, where the indicators of the extensiveness of the invasion ranged from 1.7 to 18.1 %. The obtained results make it possible to take into account the epizootic features of intestinal helminthiasis parasitism in dogs of different ages and breeds in the conditions of the city of Kharkiv for the successful implementation of treatment and prevention measures.

**Keywords:** parasitology, intestinal helminthiasis, dogs, age dynamics, breed susceptibility, infestation rates.

## Вікова динаміка та породна сприйнятливість собак за кишкових нематодозів у місті Харків

A. С. Кітіченко<sup>1</sup> | В. В. Мельничук<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Полтавський державний аграрний університет,  
м. Полтава, Україна

<sup>2</sup>Інститут ветеринарної медицини Національної академії аграрних наук України,  
м. Київ, Україна

Дослідженнями структури та функціонування паразитарних систем у домашніх м'ясоїдних тварин останніми роками займається все більше науковців. Це пов'язано з розумінням еволюційної значущості паразитів для тварин-господарів і ролі паразитів у функціонуванні біоценозів. Аналізувати динаміку взаємодій популяцій паразитів та його господарів можна лише з моніторингових досліджень, проведення яких досить трудомістке. Саме тому встановлення вікової динаміки кишкових гельмінтозів собак різних порід в умовах великих міст є надзвичайно актуальним напрямом дослідження. Метою досліджень було встановити сприйнятливість собак до збудників нематодозів залежно від їх віку та породи в умовах м. Харків. Проведеними дослідженнями встановлено, що фауна нематодозів травного тракту собак в умовах дослідженого регіону представлена гельмінтами видів *Trichuris vulpis*, *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina* та роду *Ancylostoma/Uncinaria*. Найбільш інвазованими за трихурузу та стронгілідозів органів травлення виявилися молоді собаки віком від 6 до 12 міс., де показники екстенсивності інвазії становили 32,4 та 16,8 % відповідно. За токсакарозу та токсакарозу вищі показники ураженості собак встановлено у цуценят віком до 6 міс. – 37,0 та 16,9 %, а також у молодяку віком від 6 до 12 міс. – 18,2 та 17,1 % відповідно. У подальшому з віком собак показники екстенсивності інвазії поступово знижувалися та коливалися у межах від 2,4 до 7,5 %. Породна сприйнятливість собак до збудників трихурузу, токсакарозу, токсакарозу та стронгілідозів органів травлення характеризувалася значним ураженням метисів та безпородних собак, де показники екстенсивності інвазії становили 22,9 %, 21,5 %, 13,3 % та 18,4 % відповідно. Менш інвазованими були собаки мисливських (22,1 %, 13,8 %, 11,7 % та 8,2 %) та службових (20,1 %, 9,7 %, 4,3 % та 4,3 %) порід. Рідше гельмінтози встановлювали у собак декоративних порід, де показники екстенсивності інвазії коливалися від 1,7 до 18,1 %. Отримані результати дають можливість враховувати епізоотичні особливості паразитування кишкових гельмінтозів у собак різного віку та породи в умовах м. Харків для успішного впровадження лікувально-профілактичних заходів.

**Ключові слова:** паразитологія, кишкові гельмінтози, собаки, вікова динаміка, породна сприйнятливість, показники інвазованості.

**Бібліографічний опис для цитування:** Кітіченко А. С., Мельничук В. В. Вікова динаміка та породна сприйнятливість собак за кишкових нематодозів у місті Харків. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 92–96.

## Вступ

Незважаючи на високий рівень розвитку ветеринарної медицини, проблема паразитарних захворювань у домашніх м'ясоїдних тварин викликає зацікавленість багатьох дослідників. Кожного року зростає їх чисельність у великих і малих містах, у сільській місцевості, що сприяє інтенсивному контакту їх з людиною, підвищуючи небезпеку їх зараження паразитами, що є збудниками зооантропонозів. Однією з проблем міст, особливо великих, нині є зростання кількості безпритульних тварин, серед яких переважають собаки, які є джерелом збудників паразитозів, найпоширенішими з яких є гельмінтози травного тракту [1–5].

Собака відіграє важливу роль у підтримці циклів розвитку цілого ряду паразитозів, зокрема й спільних для людини. Перебуваючи в тісному контакті з людиною, собаки є носіями небезпечних збудників гельмінтозів, вони забруднюють навколишнє середовище екзогенними стадіями паразитів і становлять потенційну небезпеку як для самих власників, так і для інших людей та тварин [6–11].

Зокрема, в північно-східній Нігерії були досліджені домашні собаки на шлунково-кишкові гельмінтози за допомогою стандартних паразитологічних методів. Загалом 77,9 % (366/470) собак мали один або декілька видів шлунково-кишкових гельмінтів: *Ancylostoma caninum* (40,2 %), *Toxocara canis* (35,1 %), *Trichuris vulpis* (26,6 %), *Spirocerca lupi* (5,7 %), роду *Taenia/Echinococcus* (12,3 %), *Dipylidium caninum* (10,9 %) і роду *Diphyllobothrium* (2,8 %). Найбільш сприйнятливими до *A. caninum* виявилися собаки місцевих порід (OR=2,3;  $p<0,01$ ) та молоді тварини (OR=3,2;  $p<0,001$ ). До *T. canis* і *T. vulpis* були більш сприйнятливими молоді собаки (OR=2,5;  $p=0,02$  і OR=2,3;  $p<0,01$ ) [12]. На території Греції було копроовоскопічно досліджено 232 клінічно здорових собаки. Науковцями виявлено, що 39,2 % обстежених собак були інвазовані збудниками паразитів, а саме з кишкових нематодозів виявляли: *Toxocara canis* (22,4 %), *Toxascaris leonina* (1,3 %), *Uncinaria stenocephala* (3,0 %) та *Trichuris vulpis* (2,6 %). Причому, рівень інвазування не залежав від статі. Однак, вікова динаміка характеризувалася більшим ураженням *T. canis* молодих собак віком від 1 до 3 місяців [13]. В Колумбії ступінь зараженості собак кишковими гельмінтами становила 22,2 %. *Ancylostoma caninum* був найпоширенішим паразитом (13,9 %), потім *Trichuris vulpis* (4,3 %), *Toxocara canis* (2,5 %) і *Strongyloides stercoralis* (4,0 %) [14].

Тому епізоотологічний моніторинг гельмінтозів у різних регіонах України нині стає дуже актуальним.

## Мета дослідження

Метою досліджень було встановити сприйнятливості собак до збудників нематодозів залежно від їх віку та породи в умовах м. Харків.

Для досягнення мети вирішували наступні задачі: встановити видовий склад нематодозів кишкового тракту собак, що циркулюють у м. Харків; визначити вікову динаміку за нематодозів кишкового тракту собак; з'ясувати породну сприйнятливості собак до збудників кишкових нематодозів.

## Матеріали і методи

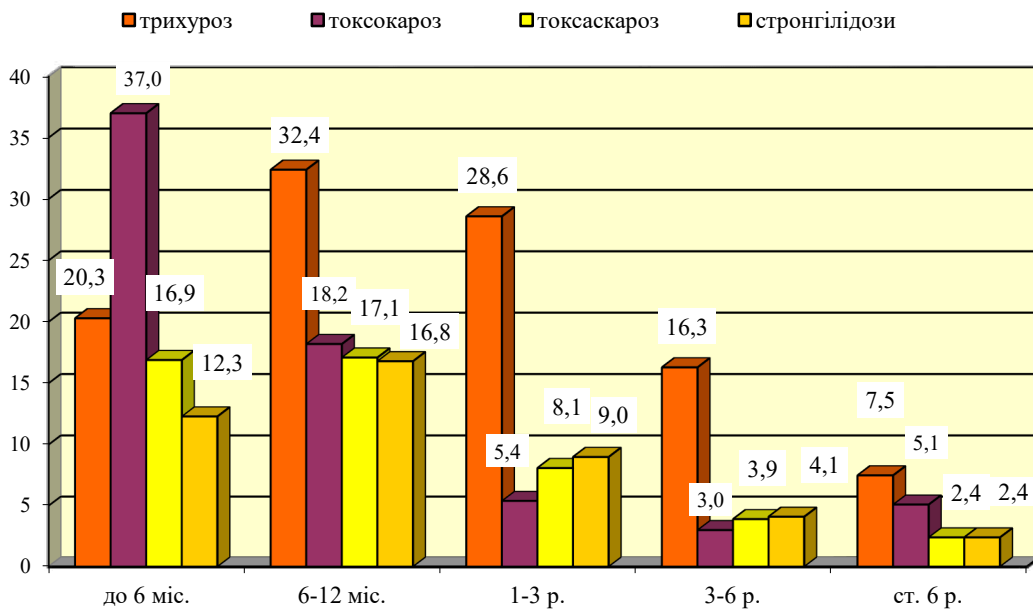
Роботу виконували впродовж 2022–2023 рр. в умовах приватної ветеринарної клініки «Довіра» (м. Харків) та на базі лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи Полтавського державного аграрного університету.

Лабораторну діагностику нематодозів травного каналу собак проводили за загальноприйнятою флотаційною методикою [15]. Основним показником зараження собак було значення екстенсивності інвазії (EI, %).

Вікову та породну сприйнятливості собак до збудників кишкових нематодозів досліджували на тваринах декоративних, службових, мисливських порід, метисах і безпородних собаках шести вікових груп: до 6 міс., 6–12 міс., 1–3 р., 3–6 р. та старших 6 років. Всього досліджено 1967 собак.

## Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями встановлено, що фауна нематодозів травного тракту собак в умовах дослідженого регіону представлена гельмінтами видів *Trichuris vulpis*, *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina* та роду *Ancylostoma/Uncinaria*. Коливання показників екстенсивності інвазії становили за трихуридозу – від 7,5 до 22,9 %, токсокарозу – від 5,1 до 37,0 %, за токскаррозу – від 2,4 до 17,1 %, за стронгілідозів органів травлення – від 1,7 до 16,8 %. За виявлених гельмінтозів встановлено певну вікову динаміку. Зокрема, за трихуридозу та стронгілідозів органів травлення найбільш інвазованими виявилися молоді собаки віком від 6 до 12 міс., де показники екстенсивності інвазії становили 32,4 та 16,8 % відповідно (рис. 1).

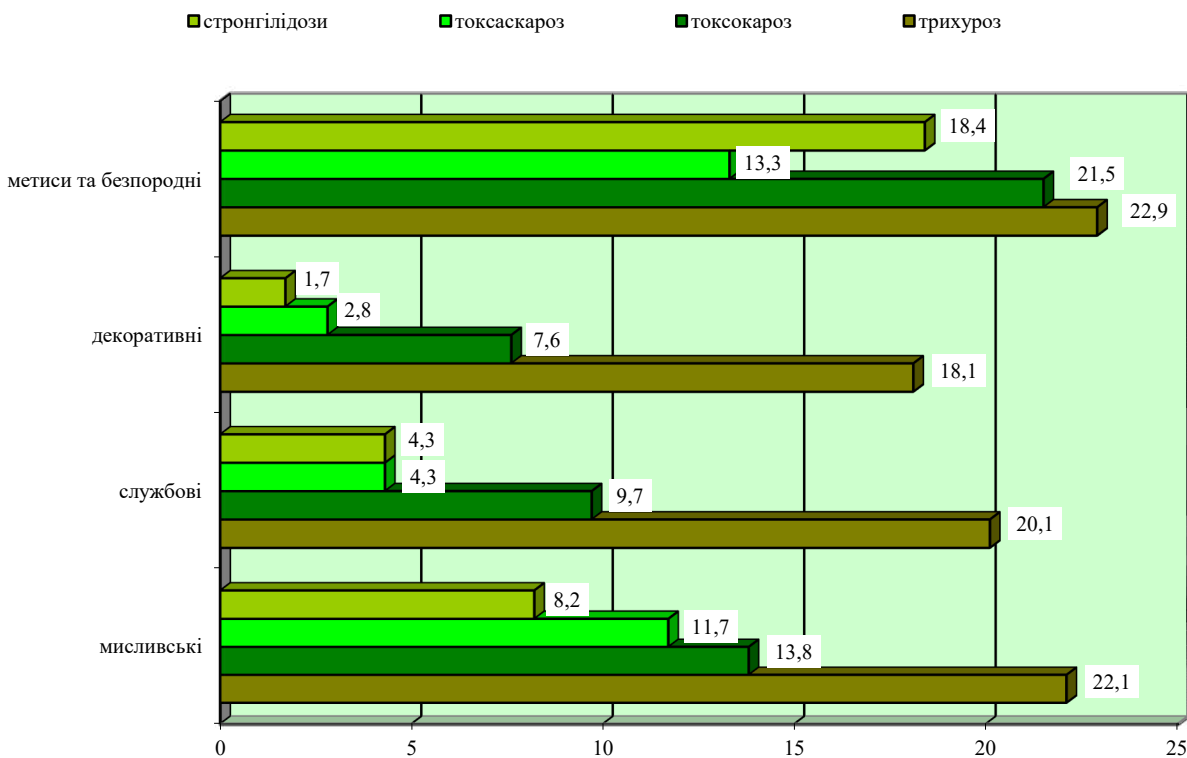


**Рис. 1.** Показники екстенсивності інвазій собак різного віку збудниками нематодозів кишкового тракту

За токсокарозу та токсаскарозу вищі показники ураженості собак встановлено у цуценят віком до 6 міс. – 37,0 та 16,9 %, а також у молодянку віком від 6 до 12 міс. – 18,2 та 17,1 % відповідно. У подальшому, з віком собак показники екстенсивності інвазії поступово знижуються. Зокрема, за трихурозу ЕІ у собак віком 1–3 р. становила 28,6 %, 3–6 р. – 16,3 %, старших 6 р. – 7,5 %. За токсокарозу ЕІ дорівнювала у собак віком 1–3 р. – 5,4 %, 3–6 р. – 3,0 %, старших 6 р. – 5,1 %. За токсаскарозу ЕІ дорівнювала у собак

віком 1–3 р. – 8,1 %, 3–6 р. – 3,9 %, старших 6 р. – 2,4 %. За стронгілідозів органів травлення ЕІ дорівнювала у собак віком 1–3 р. – 9,0 %, 3–6 р. – 4,1 %, старших 6 р. – 2,4 %.

Породна сприйнятливість собак до збудників трихурозу, токсокарозу, токсаскарозу та стронгілідозів органів травлення характеризувалася значним ураженням метисів та безпородних собак, де показники екстенсивності інвазії становили 22,9 %, 21,5 %, 13,3 % та 18,4 % відповідно (рис. 2).



**Рис. 2.** Показники екстенсивності інвазій собак різних порід, метисів та безпородних тварин збудниками нематодозів кишкового тракту

На другому місці по сприйнятливості до нематодозів травного тракту виявилися собаки мисливських порід, де показники екстенсивності інвазії становили: за трихурузу – 22,1 %, за токсокарозу – 13,8 %, за токсамаскарозу – 11,7 %, за стронгілідозів – 8,2 %. Менш інвазованими гельмінтами були собаки службових порід, а саме: за трихурузу – 20,1 %, за токсокарозу – 9,7 %, за токсамаскарозу – 4,3 %, за стронгілідозів – 4,3 %. Найрідше збудників нематодозів виявляли у собак декоративних порід. Показники екстенсивності інвазії не перевищували: за трихурузу – 18,1 %, за токсокарозу – 7,6 %, за токсамаскарозу – 2,8 %, за стронгілідозів травного тракту – 1,7 %.

Наукова література свідчить про значне поширення нематодозів травного тракту у домашніх собак, особливо у великих містах, де є наявність безпритульних тварин. З-поміж паразитозів у собак найчастіше виявляють збудників трихурузу, токсокарозу, токсамаскарозу, унцинаріозу та анкілостомозу [12, 13, 16–20]. Проведеними нами дослідженнями встановлено, що фауна нематодозів травного тракту собак в умовах дослідженого регіону представлена гельмінтами видів *Trichuris vulpis*, *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina* та роду *Ancylostoma/Uncinaria*, що підтверджує наукові дані більшості науковців різних країн світу. Доведено, що ступінь інвазованості собак виявленими паразитами залежить від їх віку та породи. Зокрема, вікова динаміка характеризувалася найбільшою сприйнятливістю молодих собак. Так, за трихурузу та стронгілідозів органів значну інвазованість виявлено у молодих собак віком від 6 до 12 міс. (ЕІ – 32,4 та 16,8 % відповідно), а токсокарозу і токсамаскарозу – у цуценят віком до 6 міс. (ЕІ – 37,0 та 16,9 %) і молодяку віком від 6 до 12 міс. (ЕІ – 18,2 та 17,1 % відповідно). Також, найбільш сприйнятливими до виявлених збудників були метиси та безпородні собаки, де показники ЕІ коливалися в межах від 13,3 до 22,9 %. Рідше гельмінтози встановлювали у собак декоративних порід, де показники ЕІ коливалися від 1,7 до 18,1 %. Отримані нами дані підтверджуються і дослідженнями інших науковців, які зазначають про більшу сприйнятливість до нематод молодих собак віком від 1 до 3 місяців, що пов'язане з циклом розвитку окремих збудників та несформованою імунною системою в молодяку [12, 13].

Отримані результати дають можливість враховувати епізоотичні особливості паразитування кишкових гельмінтозів у собак різного віку та породи в умовах м. Харків для успішного впровадження лікувально-профілактичних заходів.

## Висновки

Встановлено, що на території м. Харків серед популяції домашніх тварин циркулюють збудники нематодозів травного тракту – трихуриси, токсокари, токсамаскариси та стронгіліди. Вікова динаміка трихурузу та стронгілідозів органів травлення характеризувалася максимальним ураженням молодих собак віком від 6 до 12 міс., де показники екстенсивності інвазії становили 32,4 та 16,8 %

відповідно. За токсокарозу та токсамаскарозу найбільш ураженими виявилися цуценята віком до 6 міс. – 37,0 та 16,9 %, а також молодяк віком від 6 до 12 міс. – 18,2 та 17,1 % відповідно. Породна сприйнятливість собак до збудників трихурузу, токсокарозу, токсамаскарозу та стронгілідозів характеризувалася піком інвазії у метисів та безпородних собак, де показники екстенсивності інвазії становили 22,9 %, 21,5 %, 13,3 % та 18,4 % відповідно. Рідше нематодози діагностували у собак декоративних порід, де показники екстенсивності інвазії не перевищували за трихурузу – 18,1 %, за токсокарозу – 7,6 %, за токсамаскарозу – 2,8 %, за стронгілідозів травного тракту – 1,7 %.

*Перспективи подальших досліджень.* Перспективами подальших досліджень є вивчити діагностичну ефективність методів копроовоскопії за нематодозів травного тракту собак.

## Конфлікт інтересів


Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

- Otranto, D., Dantas-Torres, F., Brianti, E., Traversa, D., Petric, D., Genchi, C., & Capelli, G. (2013). Vector-borne helminths of dogs and humans in Europe. *Parasites & Vectors*, 6, 16. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-16>
- Suliaman, Y., Zakaria, M. A., & Pingsakul, T. (2020). Prevalence of intestinal helminth parasites of stray dogs in Shendi area, Sudan. *Annals of Parasitology*, 66 (1), 115–118. <https://doi.org/10.17420/ap6601.246>
- Lempereur, L., Nijse, R., Losson, B., Marechal, F., De Volder, A., Schoormans, A., Martinelle, L., Danlois, F., & Claerebout, E. (2020). Coprological survey of endoparasite infections in owned dogs and owners' perceptions of endoparasite control in Belgium and the Netherlands. *Veterinary Parasitology, Regional Studies And Reports*, 22, 100450. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2020.100450>
- Gebremedhin, E. Z., Tola, G. K., Sarba, E. J., Getaneh, A. M., Marami, L. M., & Endale, S. S. (2020). Prevalence and risk factors of helminths' infection of dogs in three towns of west Shoa zone, Oromia regional state, Ethiopia. *Veterinary Parasitology, Regional Studies and Reports*, 21, 100443. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2020.100443>
- Xhaxhiu, D., Kusi, I., Rapti, D., Kondi, E., Postoli, R., Rinaldi, L., Dimitrova, Z. M., Visser, M., Knaus, M., & Rehbein, S. (2011). Principal intestinal parasites of dogs in Tirana, Albania. *Parasitology Research*, 108 (2), 341–353. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-2067-8>
- Morelli, S., Colombo, M., Traversa, D., Iorio, R., Paoletti, B., Bartolini, R., Barlaam, A., & Di Cesare, A. (2022). Zoonotic intestinal helminthes diagnosed in a 6-year period (2015-2020) in privately owned dogs of sub-urban and urban areas of Italy. *Veterinary Parasitology, Regional Studies and Reports*, 29, 100689. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2022.100689>
- Flores, V., Viozzi, G., Rauque, C., Mujica, G., Herrero, E., Ballari, S. A., Ritossa, L., Miori, G., Garibotti, G., Zacharias, D. G., Treuque, J., Reissig, E. C., Vázquez, G., Pierangeli, N., & Lazzarini, L. (2022). A cross-sectional study of free-roaming dogs in a Patagonian city: Their distribution and intestinal helminths in relation to socioeconomic aspects of neighborhoods. *Veterinary Parasitology, Regional Studies and Reports*, 33, 100747. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2022.100747>
- Yevstafieva, V., & Kryvoruchenko, D. (2022). Epizootological characteristics of dog dirofilariasis in the city of Kharkiv. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 182–189. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.03.23>

9. Yevstafieva, V. O., & Golofayev, B. Y. (2019). Peculiarities of dog toxascariosis spreading in the town of Poltava. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 181–186. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.24>
10. Ugochukwu, E. I., & Ejimadu, K. N. (1985). Studies on the prevalence of gastro-intestinal helminths of dogs in Calabar, Nigeria. *International journal of zoonoses*, 12 (3), 214–218.
11. Cantó, G. J., García, M. P., García, A., Guerrero, M. J., & Mosqueda, J. (2011). The prevalence and abundance of helminth parasites in stray dogs from the city of Queretaro in central Mexico. *Journal of Helminthology*, 85 (3), 263–269. <https://doi.org/10.1017/S0022149X10000544>
12. Jajere, S. M., Lawal, J. R., Shittu, A., Waziri, L., Goni, D. M., & Fasina, F. O. (2022). Epidemiological study of gastrointestinal helminths among dogs from Northeastern Nigeria: a potential public health concern. *Parasitology Research*, 121 (7), 2179–2186. <https://doi.org/10.1007/s00436-022-07538-z>
13. Haralabidis, S. T., Papazachariadou, M. G., Koutinas, A. F., & Rallis, T. S. (1988). A survey on the prevalence of gastrointestinal parasites of dogs in the area of Thessaloniki, Greece. *Journal of Helminthology*, 62 (1), 45–49. <https://doi.org/10.1017/s0022149x00011196>
14. Giraldo, M. I., García, N. L., & Castaño, J. C. (2005). Prevalencia de helmintos intestinales en caninos del departamento del Quindío. *Biomédica*, 25 (3), 346. <https://doi.org/10.7705/biomédica.v25i3.1359>
15. Kotelnikov, G. A. (1984). Gelmintologicheskie issledovaniya zhivotnyh i okruzhayushej sredy [Helminthological studies of animals and environment]. Moskva: Kolos [in Russian]
16. Otake Sato, M., Sato, M., Yoonuan, T., Pongvongsa, T., Sanguan-kiat, S., Kounnavong, S., Maipanich, W., Chigusa, Y., Moji, K., & Waikagul, J. (2017). The role of domestic dogs in the transmission of zoonotic helminthes in a rural area of Mekong river basin. *Acta Parasitologica*, 62 (2), 393–400. <https://doi.org/10.1515/ap-2017-0047>
17. Nijssse, R., Mughini-Gras, L., Wagenaar, J. A., & Ploeger, H. W. (2014). Coprophagy in dogs interferes in the diagnosis of parasitic infections by faecal examination. *Veterinary Parasitology*, 204 (3-4), 304–309. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.05.019>
18. Rojekittikhun, W., Chaisiri, K., Mahittikorn, A., Pubampen, S., Sanguan-kiat, S., Kusolsuk, T., Maipanich, W., Udonsom, R., & Mori, H. (2014). Gastrointestinal parasites of dogs and cats in a refuge in Nakhon Nayok, Thailand. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 45 (1), 31–39.
19. Fok, E., Szatmári, V., Busák, K., & Rozgonyi, F. (2001). Prevalence of intestinal parasites in dogs in some urban and rural areas of Hungary. *The Veterinary Quarterly*, 23 (2), 96–98. <https://doi.org/10.1080/01652176.2001.9695091>
20. Campos, D. R., Oliveira, L. C., de Siqueira, D. F., Perin, L. R., Campos, N. C., Aptekmann, K. P., & Martins, I. V. (2016). Prevalence and risk factors associated with endoparasitosis of dogs and cats in Espírito Santo, Brazil. *Acta Parasitologica*, 61 (3), 544–548. <https://doi.org/10.1515/ap-2016-0072>

#### ORCID

- A. Kitichenko  <https://orcid.org/0009-0004-2724-6745>  
V. Melnychuk  <https://orcid.org/0000-0003-1927-1065>



© 2023 Kitichenko A. and Melnychuk V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Endoparasitoses of the red fox (*Vulpes vulpes*) in the North of the Kharkiv district

O. Mazannyi | P. Liulin | O. Nikiforova

## Article info

Correspondence Author

O. Mazannyi

E-mail:

[mazannyi78@ukr.net](mailto:mazannyi78@ukr.net)

State Biotechnological

University,

44 Alchevsky Str.,

Kharkiv, 61002,

Ukraine

**Citation:** Mazannyi, O., Liulin, P., & Nikiforova, O. (2023). Endoparasitoses of the red fox (*Vulpes vulpes*) in the North of the Kharkiv district. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 97–102. doi: 10.31210/spi2023.26.03.18

During the martial law, the fox populations was increased, which are not only a source of the rabies virus, but also carriers of parasitic diseases pathogens. The aim of the research was to study the helminth fauna of wild foxes to establish their role in the distribution of helminthoses among wild and domestic stray carnivores. In February 2022, 5 carcasses of red foxes (3 males and 2 females) aged 2.5–5.5 years old from Dergachyvska city united territorial community were examined by the method of complete helminthological autopsy and by standardized flotation and sedimentation coproscopic methods. According to the results of the autopsy, the extensiveness (EI) of heartworm and toxascaris infestations was 40 % each. *Dirofilaria immitis* was detected only in female foxes (EI=100 %). The length of female dirofilariasis exceeded the length of male by 9.5 cm and was on average 32.0±0.5 cm. Two out of three males were infested with toxascaris (EI=66.7 %). In the older male (5,5 years old) the number of toxascaris was 54.1 % less, but they were longer: males by 7.4 %, and females by 3.1 %. During the helminthoovoscopic examination of fecal samples using the flotation method, the extent of toxascaris infestation was 40%, hookworm infestation – 60 %, trichuratoses infestation – 80 %, and isosporinosis infestation – 40 %. The intensity of egg production of Toxascaris was higher in the younger male fox: 25.67±0.67 eggs in 1 gram of feces, against 3.67±0.33, which is associated with a greater, almost twice, number of females detected by autopsy results nematodes (41 against 21 numbers). According to the standardized method of sedimentation, the extent of alarial invasion was 80 % with a mostly low degree of invasion intensity. So, research using three methods: helminthological autopsy, examination of feces for the presence of helminth eggs or protozoan oocysts (flotation and sedimentation methods) made it possible to determine the composition of the endoparasitofauna of foxes. In red foxes, the causative agents of six invasive diseases were detected. All animals had a mixed invasion: in males – three and five-component diseases, in particular, dirofilariosis-alariosis-isosporinosis, toxascaris-ancylostomidos-trichuratoses and toxascaris-ancylostomidos-trichuratoses-alariosis-isosporinosis, and in both females foxes – three component invasions of the same composition: dirofilariosis-trichuratoses-alariosis.

**Keywords:** red fox, helminthosis, intestinal nematodes, heartworms, trematodes, isosporinosis.Ендопаразитози лисиці рудої (*Vulpes vulpes*) півночі Харківського району

О. В. Мазанний | П. В. Люлін | О. В. Нікіфорова

Державний

біотехнологічний

університет,

м. Харків, Україна

Під час воєнного стану відбулось зростання чисельності популяції лисиць, які є не лише джерелом вірусу сказу, а й носіями збудників паразитарних хвороб. Метою досліджень було вивчення гельмінтофауни диких лисиць для встановлення їх ролі у поширенні гельмінтозів серед диких і домашніх безпритульних м'ясоїдних тварин. У лютому 2022 року досліджено 5 трупів рудих лисиць (3 самця і 2 самки) віком 2,5–5,5 років з Держачівської міської об'єднаної територіальної громади методом повного гельмінтологічного розтину та стандартизованими флотатійним і седиментаційним копроскопічними методами. За результатами розтину екстенсивність (ЕІ) диروفіліаріозної і токскаркозної інвазії склала по 40 %. Виявлено *Dirofilaria immitis* лише у самок лисиць (ЕІ=100 %). Довжина самок дирофіліарій перевищувала довжину самця на 9,5 см і становила в середньому 32,0±0,5 см. Токскаркасами було інвазовано 2 із 3 самців (ЕІ=66,7 %). У самця старшого за віком кількість токскарків була меншою на 54,1 %, але вони були довшими: самці на 7,4 %, а самки – на 3,1 %. Під час гельмінтоовоскопічного дослідження проб фекалій за методом флотатії екстенсивність токскаркозної інвазії склала 40 %, анкілостомідозної – 60 %, трихуратозної – 80 %, ізоспоринозної – 40 %. Інтенсивність яйцепродукції токскарків була вищою у молодшого за віком самця лисиці: 25,67±0,67 яєць у 1 г фекалій, проти 3,67±0,33, що пов'язано з більшою, майже вдвічі, кількістю виявлених за результатами розтину самок нематод (41 проти 21 екз.). За стандартизованим методом седиментації екстенсивність аляріозної інвазії склала 80 % з переважно низьким ступенем інтенсивності інвазування. Отже, дослідження за трьома методами: гельмінтологічного розтину, гельмінтоовоскопії фекалій (флотатійний і седиментаційний методи) дало змогу визначити склад ендопаразитофауни лисиць. У рудих лисиць виявлено збудників 6-ти інвазійних хвороб, які у всіх тварин мали змішаний перебіг: у самців – 3-х і 5-ти компонентні, зокрема, анкілостомідозно-аляріозно-ізоспоринозна, токскаркозно-анкілостомідозно-трихуратозна і токскаркозно-анкілостомідозно-трихуратозно-аляріозно-ізоспоринозна, а у обох самок – 3-х компонентні однакового складу – дирофіліаріозно-трихуратозно-аляріозна.

**Ключові слова:** лисиця руда, гельмінтози, кишкові нематоди, серцеві дирофіліарії, трематоли, ізоспоринози.**Бібліографічний опис для цитування:** Мазанний О. В., Люлін П. В., Нікіфорова О. В. Ендопаразитози лисиці рудої (*Vulpes vulpes*) півночі Харківського району. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 97–102.

## Вступ

Під час воєнного стану полювання в Україні заборонене. Починаючи з 24 лютого 2022 року диких тварин в Україні не відстрілювали, що вже призвело до зростання чисельності їх популяцій. З усіх диких тварин, найбільшу загрозу несуть саме м'ясоїдні і, зокрема, лисиці, які є резервуаром і джерелом ряду небезпечних гельмінтозів для інших тварин, в тому числі домашніх і сільськогосподарських та людини [1–8]. Останнім часом спостерігається міграція лисиць до населених пунктів, де вони риють нори і народжують лисенят в умовах обмеженої людської діяльності (особливо на окупованих та прифронтових територіях), що є значним викликом щодо погіршення санітарного благополуччя, загострення епізоотичної та епідеміологічної ситуації [9]. У мирний час ліцензія на їх відстріл видавалась мисливцям безкоштовно. Наразі боротьбу з цими хижаками в Україні проводять – «по-тихому», розставляючи біля нор капкани або сітки.

У випадках, коли ареали лисиць не перетинаються із місцями виходу домашніх улюбленців, їх роль у поширенні збудників паразитарних хвороб мінімізується. Не за всіх захворювань обов'язковим для передачі збудника є прямий контакт донора і реципієнта. За дирофіляріозу, що спричинюється нематодою *Dirofilaria immitis*, проміжні хазяї – кровосисні комарі, можуть «подорожувати» і переносити інвазійних личинок на відстань до 3–4 км. В Україні серцевий дирофіляріоз серед собак набув широкого поширення [10], а хворі лисиці можуть виконувати роль джерела інвазії.

Склад паразитофауни у популяціях лисиць часто змінюється і залежить від ряду факторів: ареалу, складу біоценозів, харчових зв'язків тощо, тому і є необхідність у його постійному моніторингу [2, 3, 6, 11, 12].

## Мета дослідження

Мета досліджень – визначення гельмінтофауни лисиці рудої, що мешкає у природних біоценозах, що дасть змогу встановити роль тварин даного виду у поширенні гельмінтозів серед диких і домашніх безпритульних м'ясоїдних тварин.

## Матеріали і методи

Матеріалом для дослідження були 5 трупів рудих або звичайних лисиць (*Vulpes vulpes*, Linnaeus, 1758) (3 самця і 2 самки), які здобуто у лютому 2022 року під час планового відстрілу на території Дергачівської міської об'єднаної територіальної громади (ОТГ), що розташована у північній частині Харківського району Харківської області.

Після огляду трупів лисиць лікарями ветеринарної медицини Головного управління Держпродспоживслужби в Харківській області та отримання негативних висновків вірусологічних досліджень на сказ, трупи лисиць було доставлено для дослідження і розтину до секційної зали кафедри нормальної та

патологічної морфології і наукової лабораторії кафедри фармакології та паразитології факультету ветеринарної медицини Державного біотехнологічного університету (м. Харків).

Трупи лисиць надійшли без шкіри і голови. Під час їх повного гельмінтологічного розтину [13] визначали локалізацію, кількість, стать і довжину гельмінтів, а також проведено відбір проб фекалій безпосередньо із прямої кишки для гельмінто-овоскопічного дослідження.

Лабораторні дослідження проводили за стандартизованими флотаційним (з насиченим розчином натрію хлориду) і седиментаційним методами з визначенням показників інтенсивності (И) та екстенсивності інвазії (ЕІ). Морфологічні особливості виявлених овоскопічних елементів збудників інвазій вивчали за допомогою мікроскопу «Carl Zeiss» (Jena, Німеччина) (збільшення  $\times 100$ ). Фотографування здійснювали фотокамерою Canon PowerShot A1100 IS (Японія). Ідентифікували статевозрілих гельмінтів і овоскопічні елементи за допомогою атласу та визначника [14, 15].

Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel for Windows 2007 з визначенням середнього арифметичного (М) та його похибки (m).

## Результати та їх обговорення

За результатами проведених анатомо-морфометричних досліджень 5 трупів лисиць з яких: 3 самця віком від 4 до 5,5 років, середньою масою тіла  $6,53 \pm 0,44$  кг і середньою довжиною тулуба  $60,67 \pm 2,96$  см та 2 самки віком 2,5 і 4 років, середньою масою  $5,4 \pm 0,4$  кг та середньою довжиною тулуба  $54,5 \pm 0,5$  см (табл. 1).

Таблиця 1

Результати анатомо-морфометричних досліджень трупів лисиць (*Vulpes vulpes*) (n=5; M $\pm$ m)

№ з/п	Стать		Вік, років	Маса тіла, кг	Довжина:	
	♂	♀			тулуба, см	кишеника, см
1	♂		4,0	6,0	65	150
2	♂		4,5	6,2	55	210
3	♂		5,5	7,4	62	230
4		♀	2,5	5,0	54	160
5		♀	4,0	5,8	55	185
M $\pm$ m	3	2	4,10 $\pm$ 0,48	6,08 $\pm$ 0,39	58,20 $\pm$ 2,22	187,00 $\pm$ 14,97

Після огляду і вимірювання трупів лисиць було проведено їх повний гельмінтологічний розтин.

За результатами проведення гельмінтологічних розтинів трупів лисиць один із трьох самців виявився вільним від гельмінтів (табл. 2). У двох інших виявлено лише аскаридат виду *Toxascaris leonina* (ЕІ=66,7%), 57 і 37 екземплярів. У самця старшого за віком (5,5 років) кількість токсамкарисів була меншою на 54,1%, але вони були довшими: самці на 7,4%, а самки – на 3,1%.

**Таблиця 2**

Інвазованість лисиці рудої (*Vulpes vulpes*) нематодами за результатами розтину (Харківська область, 2022 рік) (n=5; M±m)

№ з/п	Виявлено:						
	<i>Dirofilaria immitis</i>			<i>Toxascaris leonina</i>			
	♂	♀	довжина, см	♂	♀	довжина ♂, см	довжина ♀, см
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	16	41	4,19±0,06	7,10±0,06
3	-	-	-	15	22	4,50±0,08	7,32±0,11
4	1	-	22,5	-	-	-	-
5	-	2	31,5; 32,5 (32,0±0,5)	-	-	-	-
EI, %	40,0			40,0			

У самок було виявлено лише нематод виду *Dirofilaria immitis* (EI=100 %). У молодшої за віком лисиці (2,5 роки) виявлено одного самця, а у старшої – двох самок нематод (рис. 1). При цьому довжина самок диروفілярій перевищувала довжину самця на 9,5 см і становила в середньому 32,0±0,5 см.



**Рис. 1.** Диروفілярії в серці самки лисиці віком 4 роки

За результатами розтину екстенсивність диروفіляріозної і токскаррозної інвазій склала по 40 %.

На наступному етапі досліджень проводили гельмінтоооскопію проб фекалій відібраних безпосередньо із прямої кишки трупів лисиць. За стандартизованим методом флотації у двох самців, крім яєць *T. leonina*, виявлено яйця анкілостомід і трихурат, а у іншого лише яйця анкілостомід (табл. 3). Інвазованість самців лисиць токскарисами і трихуратами склала по 66,7 %, анкілостомідами – 100 %. У самця лисиці молодшого за віком інтенсивність яйцепродукції токскарисів була більшою і становила 25,67±0,67 яєць у 1 г фекалій, проти 3,67±0,33 у старшого за віком, що пов'язано з більшою кількістю виявлених за результатами розтину самок нематод (41 проти 21 екз.). Разом з цим у двох самців лисиць у фекаліях також виявлені ооцисти найпростіших – *Cystoisospora* sp. (EI=66,7 %).

**Таблиця 3**

Результати гельмінтоооскопії фекалій лисиці рудої (*Vulpes vulpes*) (Харківська область, 2022 рік) (n=5; M±m)

№ з/п	Виявлено яєць у 1 г фекалій за методом:				
	флотації			седиментації	
	клас Nematoda			клас Sporozoa	клас Trematoda
	<i>Toxascaris leonina</i>	Анкілостомідозів	Трихурат	ооцист Ізоспорин	<i>Alaria alata</i>
1	-	7,33±0,67	-	7,00±0,58	3,00±0,00
2	25,67±0,67	1,33±0,33	2,33±0,67	-	-
3	3,67±0,33	2,00±0,00	1,67±0,33	1,00±0,00	1,67±0,33
4	-	-	2,67±0,33	-	1,33±0,33
5	-	-	2,67±0,33	-	1,67±0,33
EI, %	40,0	60,0	80,0	40,0	80,0

У зразках фекалій самок лисиць (n=2) із кишкових гельмінтозів було виявлено лише яйця трихурат (EI=100 %).

За результатами досліджень за стандартизованим методом седиментації у лисиць виявлено яйця плоских гельмінтів класу Trematoda віднесених до виду *Alaria alata*. Загальна екстенсивність аляріозної інвазії склала 80 %: у самців – 66,7 %, а у самок – 100 %.

Таким чином, враховуючи отримані результати, дослідження трупів диких тварин необхідно проводити комплексно, із застосуванням кількох методів, результати якого представлено на [рисунку 2](#).

За допомогою гельмінтологічного розтину візуально складно виявити гельмінтів дуже малого розміру за низького ступеня інвазування (наприклад, *Alaria alata* 2–4 мм) та найпростіших. Для цього необхідно проводити дослідження фекалій на наявність яєць гельмінтів або ооцист з подальшим визначенням виду збудника за морфометричними ознаками ооскопічних елементів.

Отже, за результатами комплексного дослідження трупів лисиць встановлено, що у рудих лисиць поширені ендопаразитарні захворювання збудники яких відносяться до класів: Nematoda, Trematoda і Sporozoa (табл. 4).

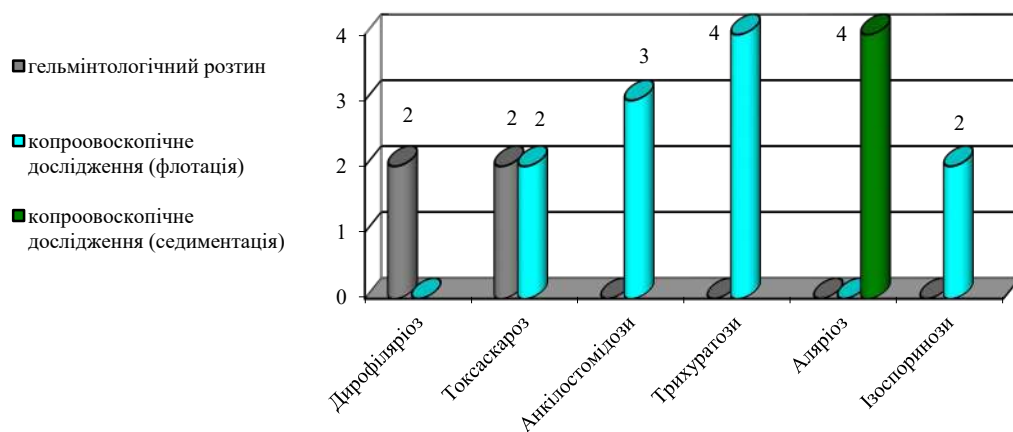


Рис. 2. Результати комплексного дослідження лисиць північної частини Харківського району Харківської області на ендопаразитози (n=5).

Таблиця 4

Гельмінтофауна лисиці рудої (*Vulpes vulpes*) (Харківська область, 2022 рік) (n=5; M±m)

Стать лисиць	Діагностовано:					
	нематодози			трематодози		протозоози
	<i>Dirofilaria immitis</i>	<i>Toxascaris leonina</i>	Анкілостомідози	трихуратози	<i>Alaria alata</i>	ооцисти ізоспорин
♂ (n=3)	–	2 66,7 %	3 100 %	2 66,7 %	2 66,7 %	2 66,7 %
♀ (n=2)	2 100 %	–	–	2 100 %	2 100 %	–
EI, %	40,0	40,0	60,0	80,0	80,0	40,0

Примітка: в чисельнику – кількість інвазованих тварин, в знаменнику – EI, %.

Моноінвазій у досліджених тварин не виявлено. У всіх лисиць зареєстровано змішаний перебіг інвазій: у самців – 3-х і 5-ти компонентні, зокрема, анкілостомідозно-альяріозно-ізоспоринозна, токскарно-анкілостомідозно-трихуратозна і токскарно-анкілостомідозно-трихуратозно-альяріозно-ізоспоринозна, а у обох самок – 3-х компонентні однакового складу – дирофіляріозно-трихуратозно-альяріозна.

Результати досліджень щодо гельмінтофауни рудих лисиць (*Vulpes vulpes*), що живуть у дикій природі узгоджуються з даними отриманими нами раніше [10, 16], проте є необхідність продовжувати дослідження тому, що склад виявлених паразитів з часом, і в залежності від ареалу тварин, може змінюватись. Виявлене поширення збудників зоонозних інвазій *Dirofilaria immitis* у лисиць узгоджується з даними досліджень, проведених у 2019–2020 рр. у Харківській області (Україна) [16] та виявляє тенденцію до збільшення інвазованості, що узгоджуються з даними досліджень проведених у Польщі. З 620 рудих лисиць з Західної Померанії за допомогою методу седиментації виявлено дорослих кишкових нематод видів *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina*, *Uncinaria stenocephala* та *Trichuris vulpis* у 77,3 % (у 95 % EI склала 73,8–80,4 %) обстежених лисиць із середньою інтенсивністю інвазії 20,1 екз. на тварину [2].

Іншими дослідженнями при аналізі розподілу паразитичних гельмінтів у тонкій кишці 216 рудих лисиць зі східної Польщі методом седиментації виявлено 6 кишкових паразитів: трематод – *Alaria alata* (78,7 %), нематод – анкілостоми (72,7 %), *Toxocara/Toxascaris* (43,1 %) і три групи цестод [17].

У 2011–2013 рр. за допомогою методу седиментації було досліджено кишечники 473 рудих лисиць, а методом флотації – 344 проби фекалій з 4-ох регіонів Польщі. У 98,9 % тварин було виявлено кишкових гельмінтів. Встановлено паразитування у тварин цестод (*Mesocestoides* spp. (84,1 %), *Taenia* spp. (42,5 %), *Echinococcus multilocularis* (25,6 %)), нематод (анкілостом (67,9 %), *Toxocara/Toxascaris* (49,5 %), *Trichuris vulpis* (2,3 %), *Capillaria aerophila* (76,2 %)) і трематод *Alaria alata* (61,5 %) [5].

EI рудих лисиць у північно-західній Польщі трематодами виду *Alaria alata* склала 54,7 % при середній П – 72 екз. (у окремих тварин П сягала 769 екз.) [18].

На околицях чеського міста Карлові Вари у 2010–2012 рр. було виявлено 40 (20 самців і 20 самок) рудих лисиць. EI тонкого відділу кишечника гельмінтами в цілому склала 77,5 %, зокрема, нематодами виду *Toxocara canis* – 37,5 %, *Toxascaris leonina* – 35 %, *Uncinaria stenocephala* – 10 % при середній П – 3, 11 та 8 екз. відповідно. У кишечнику лисиць також виявлено три види цестод [9].

У північній частині Республіки Сербія (провінція Войводина) з 223 досліджених лисиць 178, що склало 79,8 %, виявилось інвазованих кишковими гельмінтами. Найчастіше реєстрували цестод: *Mesocestoides* spp. (49,3 %), *Echinococcus multilocularis* (13 %), *Taenia* spp. (6,3 %), нематод: *Toxascaris leonina* (36,3 %), *Toxocara canis* (16,6 %), *Uncinaria stenocephala* (14,8 %), *Pterygodermatites affinis* (0,9 %) і трематод *Alaria alata* (25,6 %) [4].

При дослідженні внутрішніх органів від 101 єнотоподібного собаки (*Nyctereutes procyonoides*)

та 144 рудих лисиць (*Vulpes vulpes*) з округу Укермарк (Німеччина), у обох видів тварин було виявлено 18 видів гельмінтів, з яких 17 у рудих лисиць. У обох видів хазяїв порівняно часто виявляли нематод видів *Uncinaria stenocephala* та *Toxocara canis* і цестод виду *Mesocostoides litteratus*, трематод видів *Isthmiophora melis* і *Alaria alata* частіше діагностували у єнотоподібних собак, а цестод *Taenia polyacantha* – у рудих лисиць [6]. Що підтверджує роль диких тварин у поширенні гельмінтозів серед інших м'ясоїдних.

У Данії з 2009 по 2012 рр. при дослідженні 384 рудих лисиць на наявність шлунково-кишкових гельмінтів за допомогою седиментаційного методу виявлено 13 видів гельмінтів. ЕІ лисиць становила: *Uncinaria stenocephala* – 84,1 %, *Toxocara canis* – 60,9 %, *Mesocostoides* spp. – 42,7 %, *Alaria alata* – 34,4 %, *Taenia* spp. – 30,7 %, *Cryptocotyle* spp. – 15,4 %, *Mesorchis denticulatus* – 4,2 %, *Pygidiopsis summa* – 3,4 %, *Brachylaima tokudai* – 1,3 %, *Echinococcus multilocularis* – 0,3 %, *Dipylidium caninum* – 0,3 % [12].

Довгостроковими (за останні 35 років) дослідженнями проведеними у Нідерландах щодо гельмінтофауни лисиць підтвержене зростання кількості видів гельмінтів у даного виду тварин. Чотирма новими видами виявились: нематоди – *Toxascaris leonina*, *Trichuris vulpis*, *Angiostrongylus vasorum* та цестоди – *Mesocostoides litteratus*. Всього ж у 136 лисиць ідентифіковано 17 видів гельмінтів за допомогою різних методів [19].

При визначенні кількісної оцінки відносного внеску лисиць в забруднення навколишнього середовища яйцями токсокар нідерландськими вченими встановлено, що на лисиць припадало 15 % від загальної кількості яєць, що є важливим фактором у поширенні даного гельмінтозу серед інших тварин і людей [8].

Ряд італійських науковців також вивчали гельмінтофауну лисиць. Так, із 57 рудих лисиць, обстежених у 2013–2014 рр. у регіоні Емілія-Романья (Італія) гельмінтів виявлено у 91,2 %. У 71,9 % лисиць виявлено змішані інвазії. Всього ідентифіковано 14 видів кишкових гельмінтів: два види трематод (*Alaria alata*, *Brachylaima* spp.), сім видів цестод та п'ять видів нематод (*Uncinaria stenocephala*, *Ancylostoma caninum*, *Toxocara canis*, *Trichuris vulpis*, *Pterigodermatites affinis*). У двох лисиць виявлено дирофілярій *Dirofilaria immitis* [20], що частково співпадає з отриманими нами результатами.

При дослідженні 180 рудих лисиць північно-західної Італії на кишкові гельмінтози за допомогою седиментації і флотації фекалій з 50 % розчином сульфату цинку, ЕІ становила 100 %. Найчастіше ідентифікували нематод видів: *Uncinaria stenocephala* (70,0 %), *Molineus legerae* (27,2 %), *Toxocara canis* (26,7 %), *Toxascaris leonina* (25,6 %), *Trichuris vulpis* (21,1 %), *Aonchotheca putorii* (8,9 %), *Pterigodermatites affinis* (5,6 %), цестод з 3-ох родин і трематод з родини Plagiorchiidae [7].

У італійській провінції Больцано у тонких кишках 150 рудих лисиць у 2020–2021 рр. за допомогою різних методів лабораторної діагностики було ідентифіковано три види нематод: *Toxocara canis*,

*Uncinaria stenocephala* та *Pterigodermatites* sp. та п'ять видів цестод [1].

При дослідженні кишкової гельмінтофауни 9 тибетських піщаних (*Vulpes ferrilata*) і 27 рудих лисиць (*Vulpes vulpes*), що мешкають у Цинхаї (Китай), під час розтину у обох видів тварин виявлено три види цестод і нематод *Toxascaris leonina* (50 %). Ще два види цестод виявлені тільки у тибетських піщаних лисиць, а один вид цестод і трематод виду *Alaria alata* (8 %) тільки у рудих лисиць. При дослідженні фекалій, відібраних із прямої кишки у 100 % проб виявлено яйця цестод, у 27 % – роду *Mesocostoides*, у 73 % – нематод роду *Toxascaris*. У пробах фекалій, зібраних у доквіллі, від 15 тибетських піщаних та 30 рудих лисиць яйця *E. multilocularis* виявлено лише в одній пробі від тибетської піщаної лисиці. Отже, кишкова гельмінтофауна обох видів лисиць у Цинхаї істотно не відрізняється [21].

Під час розтину 9 диких рудих лисиць у 2008–2011 рр. з північного сходу, північного заходу та центру Тунісу (Африка) було виявлено 12 видів кишкових гельмінтів серед яких нематоди: *Pterigodermatites affinis* (67 %), *Uncinaria stenocephala* (44 %), *Trichuris vulpis* (33 %), *Oxyntema linstowi* (33 %), *Ancylostoma caninum* (11 %), *Spirura rytleurites* (11 %), акантоцефали *Macracanthorhynchus hirudinaceus* (22 %) і 5 видів цестод. Найвища інтенсивність інвазування була нематодами видів *U. stenocephala* та *O. linstowi* – 14,3 та 88 екз. відповідно [22].

Взимку 2016–2017 рр. при дослідженні 176 трупів рудих лисиць (*Vulpes vulpes*), 77 койотів (*Canis latrans*) і 23 сірих вовків (*Canis lupus*) із канадського Квебеку (Північна Америка) та копроскопічному дослідженні було виявлено яйця паразитичних гельмінтів з однієї родини та восьми родів: цестод (дифілоботриїд, *Taenia/Echinococcus* spp.), нематод (*Capillaria* spp., *Toxascaris* sp., *Toxocara* sp., *Trichuris* sp., *Uncinaria* sp.) і трематод (*Metorchis* sp.). У 32 % псових виявлено яйця трематод роду *Alaria* sp. [11].

Отже, паразитофауна кишкових гельмінтозів у рудих лисиць дуже різноманітна, а її вивчення необхідно проводити із застосуванням кількох методів та прийомів досліджень, що підтверджується результатами і наших досліджень і науковців інших країн. Ряд авторів [5, 17, 21] зазначають, що і копроскопія і патологоанатомічний розтин мають окремі недоліки у діагностиці кишкових гельмінтозів та потребують вдосконалення.

## Висновки

1. Ендопаразитози лисиць (*Vulpes vulpes*) північної частини Харківського району Харківської області представлені нематодами *Dirofilaria immitis* і *Toxascaris leonina*, представниками анкілостомід і трихурат, трематодами – *Alaria alata* і ооцистами найпростіших *Cystoisospora* spp. Всього за результатами комплексного дослідження виявлено збудників 6-ти захворювань.

2. *Dirofilaria immitis* виявлено у самок лисиць (ЕІ=40 %), а *Toxascaris leonina* – у самців (ЕІ=40 %).

Прослідковується певна закономірність у чисельності і розмірах токсамарисів: із збільшенням віку кількість аскарідат зменшується, а їх розміри збільшуються.

3. Екстенсивність анкілостомідозної інвазії склала 60 %, трихурадозної – 80 %, ізоспоринозної – 40 %, аляріозної – 80 % з переважно низьким ступенем інтенсивності інвазування.

4. У 100 % лисиць зареєстровано змішаний перебіг інвазій. У 2-ох самців і у 2-ох самок – 3-х компонентні, різного складу, а у одного самця – 5-ти компонентну змішану інвазію.

*Перспективи подальших досліджень* В перспективі необхідно продовжити вивчення паразитофауни рудих лисиць в динаміці, що має особливе значення в умовах воєнного стану у зв'язку із обмеженням полювання і зростанням чисельності їх популяцій, з метою встановлення їх ролі у поширенні збудників інвазійних хвороб.

### Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

### References

1. Marchiori, E., Obber, F., Celva, R., Marcer, F., Danesi, P., Maurizio, A., Cenni, L., Massolo, A., Citterio, C. V., & Cassini, R. (2023). Comparing copromicroscopy to intestinal scraping to monitor red fox intestinal helminths with zoonotic and veterinary importance. *Frontiers in Veterinary Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1085996>
2. Tylkowska, A., Pilarczyk, B., Tomza-Marciniak, A., & Pilarczyk, R. (2021). The prevalence of intestinal nematodes among red foxes (*Vulpes vulpes*) in north-western Poland. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 63 (1). <https://doi.org/10.1186/s13028-021-00584-0>
3. Korpysa-Dzirba, W., Różycki, M., Bilska-Zajac, E., Karamon, J., Sroka, J., Belcik, A., Wasiak, M., & Cencek, T. (2021). *Alaria alata* in Terms of risks to consumers' health. *Foods*, 10 (7), 1614. <https://doi.org/10.3390/foods10071614>
4. Miljević, M., Bjelić Čabrilo, O., Simin, V., Čabrilo, B., Miljević, J. B., & Lalošević, D. (2019). Significance of the red fox as a natural reservoir of intestinal zoonoses in Vojvodina, Serbia. *Acta Veterinaria Hungarica*, 67 (4), 561–571. <https://doi.org/10.1556/004.2019.055>
5. Karamon, J., Dąbrowska, J., Kochanowski, M., Samorek-Pieróg, M., Sroka, J., Różycki, M., Bilska-Zajac, E., Zdybel, J., & Cencek, T. (2018). Prevalence of intestinal helminths of red foxes (*Vulpes vulpes*) in central Europe (Poland): a significant zoonotic threat. *Parasites & Vectors*, 11 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3021-3>
6. Schuster, R. K., & Shimalov, V. V. (2017). A comparative study of helminths of raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) and red foxes (*Vulpes vulpes*) sharing the same territory. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 7 (12), 708–714. <https://doi.org/10.12980/apjtd.7.2017d7-259>
7. Magi, M., Guardone, L., Mignone, W., Prati, M. C., & Macchioni, F. (2016). Intestinal helminths of red foxes (*Vulpes vulpes*) in north-west Italy. *Helminthologia*, 53 (1), 31–38. <https://doi.org/10.1515/helmin-2015-0073>
8. Nijse, R., Mughini-Gras, L., Wagenaar, J. A., Franssen, F., & Ploeger, H. W. (2015). Environmental contamination with *Toxocara* eggs: a quantitative approach to estimate the relative contributions of dogs, cats and foxes, and to assess the efficacy of advised interventions in dogs. *Parasites & Vectors*, 8 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1009-9>

9. Jankovská, I., Brožová, A., Matějů, Z., Langrová, I., Lukešová, D., & Sloup, V. (2016). Parasites with possible zoonotic potential in the small intestines of red foxes (*Vulpes vulpes*) from Northwest Bohemia (CzR). *Helminthologia*, 53 (3), 290–293. <https://doi.org/10.1515/helmin-2016-0028>
10. Liulin, P., Bogach, M., Nikiforova, O., Mazanniy, O., Fedorova, H., & Prykhodko, Yu. (2022). Biodiversity and interaction of pathogens of parasitofauna of domestic and wild carnivores under conditions of urbanized and natural ecosystems of eastern region of Ukraine. *Bulletin "Veterinary Biotechnology"*, 40, 70–81. [https://doi.org/10.31073/vet\\_biotech40-07](https://doi.org/10.31073/vet_biotech40-07)
11. Bouchard, É., Schurer, J. M., Kolapo, T., Wagner, B., Massé, A., Locke, S. A., Leighton, P., & Jenkins, E. J. (2021). Host and geographic differences in prevalence and diversity of gastrointestinal helminths of foxes (*Vulpes vulpes*), coyotes (*Canis latrans*) and wolves (*Canis lupus*) in Québec, Canada. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 16, 126–137. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2021.09.002>
12. Al-Sabi, M. N. S., Chriél, M., Jensen, T. H., & Enemark, H. L. (2013). Endoparasites of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) and the red fox (*Vulpes vulpes*) in Denmark 2009–2012 – A comparative study. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 2, 144–151. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2013.04.001>
13. Prykhodko, Yu. O., Byrka, V. I., Fedorova, O. V., Ponomarenko, V. Ya., Mazanniy, O. V., Ponomarenko, A. M. & Nikiforova, O. V. (2017). *Laboratorna diahnozyka invazyynykh khvorob tvaryn (metodychni rekomendatsii)*. Kharkiv [in Ukrainian]
14. Cherepanov, A. A., (Ed.). (2001). *Differentsyalnaia dyahnozyka helmintozov po morfolohycheskoi strukture yayts y lychynok vzbudytelei: atlas*. Moscow: Kolos [in Russian]
15. Thienpot, D., Rochette, F. & Vanparijs, O. F. J. (1979). *Diagnostico de las helmintiasis por medio del examen coproparasitologico*. Brussels: Jaussen Research Foundation.
16. Liulin, P. V., Prykhodko, Yu. O., Mazanniy, O. V., Fedorova, H. V., Nikiforova, O. V., & Kryvoruchenko, D. O. (2021). Occurrence of *Dirofilaria immitis* (Nematoda, Onchocercidae) in Red Foxes (*Vulpes vulpes*) from the Suburbs of Kharkiv (Ukraine). *Zoodiversity*, 55 (5), 425–430. <https://doi.org/10.15407/zoo2021.05.425>
17. Karamon, J., Sroka, J., Dąbrowska, J., Bilska-Zajac, E., Skrzypek, K., Różycki, M., Zdybel, J., & Cencek, T. (2020). Distribution of parasitic helminths in the small intestine of the red fox (*Vulpes vulpes*). *Pathogens*, 9 (6), 477. <https://doi.org/10.3390/pathogens9060477>
18. Tylkowska, A., Pilarczyk, B., Pilarczyk, R., Zyško, M., & Tomza-Marciniak, A. (2019). Presence of tapeworms (Cestoda) in red fox (*Vulpes vulpes*) in north-western Poland, with particular emphasis on *Echinococcus multilocularis*. *Journal of Veterinary Research*, 63 (1), 71–78. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2019-0005>
19. Franssen, F., Nijse, R., Mulder, J., Cremers, H., Dam, C., Takumi, K., & van der Giessen, J. (2014). Increase in number of helminth species from Dutch red foxes over a 35-year period. *Parasites & Vectors*, 7 (1), 166. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-166>
20. Fioocchi, A., Gustinelli, A., Gelmini, L., Rugna, G., Renzi, M., Fontana, M. C., & Poglayen, G. (2016). Helminth parasites of the red fox *Vulpes vulpes* (L., 1758) and the wolf *Canis lupus italicus* Altobello, 1921 in Emilia-Romagna, Italy. *Italian Journal of Zoology*, 83 (4), 503–513. <https://doi.org/10.1080/11250003.2016.1249966>
21. Li, W., Guo, Z., Duo, H., Fu, Y., Peng, M., Shen, X., Tsukada, H., Irie, T., Nasu, T., Horii, Y., & Nonaka, N. (2013). Survey on Helminths in the small intestine of wild foxes in Qinghai, China. *Journal of Veterinary Medical Science*, 75 (10), 1329–1333. <https://doi.org/10.1292/jvms.13-0187>
22. Lahmar, S., Boufana, B., Ben Boubaker, S., & Landolsi, F. (2014). Intestinal helminths of golden jackals and red foxes from Tunisia. *Veterinary Parasitology*, 204 (3–4), 297–303. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.05.038>

### ORCID

- O. Mazanniy  <https://orcid.org/0000-0002-4442-4011>  
P. Liulin  <https://orcid.org/0000-0001-6718-958X>  
O. Nikiforova  <https://orcid.org/0000-0001-5586-5886>



2023 Mazanniy O. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Veterinary and sanitary assessment of fish and seafood by quality and safety indicators

V. Kotelevych✉ | S. Huralska | V. Honcharenko

## Article info

Correspondence Author

V. Kotelevych

E-mail:

[valya.kotelevich@ukr.net](mailto:valya.kotelevich@ukr.net)Polissia National University,  
Staryi Bulvar, 7,  
Zhytomyr, 10008,  
Ukraine**Citation:** Kotelevych, V., Huralska, S., & Honcharenko, V. (2023). Veterinary and sanitary assessment of fish and seafood by quality and safety indicators. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 103–112. doi: 10.31210/spi2023.26.03.19

Fish and seafood are unique products in terms of nutrients, biological value, profitability of production and demand in the consumer market, important components in the population's diet. However, 85 % of the Ukrainian fish market is imported, which is not always of the proper quality. Our state imports fish and seafood from 60 countries of the world, and its imports are growing every year. In recent years, the culinary traditions of Korea, Japan, China and other Southeast Asian countries, in which many dishes are prepared from raw or semi-raw fish, crustaceans, squid and other molluscs, have become widespread in Ukraine. This poses a great danger of human infection with zoonoses, in particular, invasive ones. Fish is one of the most nutritious and perishable foods. Outbreaks of food-borne zoonoses in humans can occur both as a result of the use of fish products obtained from sick fish, and as a result of secondary contamination in the process of procurement, disassembly, storage in refrigerators and food production. Freshwater fish can be carriers of *Escherichia coli*, salmonella, protea and staphylococci due to sewage pollution. Fish and shellfish can be affected by pathogenic and potentially pathogenic bacteria: *Streptococcus iniae*, *Clostridium botulinum* type E, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio* spp, *Salmonella* spp, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Listeria*, aeromonads and others. The purpose of the review was to provide a veterinary and sanitary evaluation of fish and seafood according to quality and safety indicators in the light of modern research to ensure consumer safety. In the period of rapid development of the fishing industry and environmental pollution, the control of the content of potentially toxic elements in fish and seafood is of particular importance. One of the most dangerous are heavy metals. Almost all types of marine fish and shellfish have been found to contain traces of mercury. Some types of marine fish (sharks, swordfish, king mackerel, king mackerel) and shellfish contain high concentrations of mercury, which can harm the health of consumers. The increase in the volume of production and supply of fish and fish products to Ukraine determines the urgency of the issue of their veterinary and sanitary assessment based on quality and safety indicators. Considering the urgency of providing the residents of Ukraine with high-quality and safe fish products, it is extremely necessary to edit national standards regarding such indicators as the content of toxic elements, radionuclides, pesticides and other pollutants in accordance with the requirements of standards implemented in global practice, and to strengthen control over compliance with technical regulations when using fish and fish products.

**Keywords:** organoleptic, physicochemical and sanitary indicators, toxic elements, heavy metals, radionuclides, invasive and infectious diseases.

## Ветеринарно-санітарна оцінка риби та морепродуктів за показниками якості і безпечності

В. А. Котелевич | С. В. Гуральська | В. В. Гончаренко

Поліський національний  
університет,  
м. Житомир, Україна

Риба і морепродукти – це унікальні продукти за поживними речовинами, біологічною цінністю, рентабельністю виробництва та попитом на споживчому ринку, важливі складові в раціоні населення. Проте, 85 % рибного ринку України – це імпорт, який не завжди належної якості. Наша держава імпортує рибу і морепродукти з 60 країн світу і щороку імпорт її зростає. В останні роки в Україні отримали широке розповсюдження кулінарні традиції Кореї, Японії, Китаю та інших країн Південно-Східної Азії, в яких багато страв готується із сирової або напівсирової риби, ракоподібних, кальмарів та інших моллюсків. Це становить велику небезпеку щодо зараження людей зоонозами, зокрема, інвазивними. Риба є одним з найбільш поживних і швидкокопсувних продуктів. Спалахи харчових зоонозів у людини можуть виникати як внаслідок використання рибної продукції, отриманої від хворої риби, так й внаслідок вторинної контамінації в процесі заготівлі, розбирання, зберігання у холодильниках і виготовлення їжі. Через забруднення водою стічними водами прісноводна риба може бути носієм кишечної палички, сальмонел, протея і стафілококів. Риба і моллюски можуть бути уражені патогенними та потенційно патогенними бактеріями: *Streptococcus iniae*, *Clostridium botulinum* типу E, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio* spp, *Salmonella* spp, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Listeria*, аеромонади та інші. Метою здійсненого огляду було надати ветеринарно-санітарну оцінку риби і морепродуктам за показниками якості і безпечності у світлі сучасних досліджень для забезпечення безпеки споживача. У період стрімкого розвитку рибної промисловості і забруднення навколишнього середовища, особливого значення має контроль вмісту потенційно токсичних елементів в рибі та морепродуктах. Одними з найбільш небезпечних є важкі метали. Встановлено, що майже всі види морської риби та моллюсків містять сліди ртуті. Деякі види морської риби (акули, риба-меч, королівська скумбрія, королівська макрель) та моллюсків містять високу концентрацію ртуті, що може шкодити здоров'ю споживачів. Збільшення обсягів виробництва та постачання риби і рибних продуктів в Україну обумовлює актуальність питання їх ветеринарно-санітарної оцінки за показниками якості і безпечності. Зважаючи на актуальність забезпечення мешканців України якісною і безпечною рибною продукцією, вкрай необхідним є редагування національних стандартів щодо таких показників як вміст токсичних елементів, радіонуклідів, пестицидів та інших забруднювачів у відповідності з вимогами стандартів, впроваджених у світову практику, та посилити контроль за дотриманням технічних регламентів при використанні риби і рибних продуктів.

**Ключові слова:** органолептичні, фізико-хімічні і санітарні показники, токсичні елементи, важкі метали, радіонукліди, інвазивні та інфекційні хвороби.

**Бібліографічний опис для цитування:** Котелевич В. А., Гуральська С. В., Гончаренко В. В. Ветеринарно-санітарна оцінка риби та морепродуктів за показниками якості і безпечності. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 103–112.

Великим попитом серед населення користується риба та морепродукти. Рибопродукція включена в перелік стратегічно важливих товарів України. Поживні властивості гідробіонтів наближаються до м'яса наземних тварин: вода 66–84 %, білки 15–24 %, ліпіди 0,1–22 %, вітаміни А, D, В, К та мінерали (кальцій, фосфор, залізо). Глобальний внесок риби, як джерела білка високий і становить від 10 до 15 % у світі [3, 19, 26, 27, 38, 42].

За даними FAO/ВООЗ, рекомендована норма риби для споживання людиною 20 кг на рік, в тому числі 75 % повинна становити морська риба. Риба та рибні продукти забезпечують у середньому всього близько 34 калорій на день у раціоні людини. Але порція 150 г риби забезпечує близько 50–60 % щоденної потреби у білках для дорослих. Статистичні данні свідчать, що у таких країнах, як Норвегія, Японія, Китай споживання риби становить 70 кг на людину у рік і тривалість життя суттєво вища, ніж в інших країнах. Тому вирішення питань харчової безпеки на рівні міжнародних організацій передбачає наповнення споживчого кошика харчовою рибною продукцією таким чином, що більша її частина має забезпечуватися продукцією аквакультури [7].

Однак, як зазначають науковці, 85 % рибного ринку України – це імпорт, який не завжди належної якості, іноді відвертий рибний сурогат, небезпечний для споживача. Наша держава імпортує рибу і морепродукти з 60 країн світу і щороку імпорт її зростає. У останні декілька років в Україні спостерігалася велика тенденція до розведення риби. На формування її якості і безпечності впливають такі чинники, як розмір, вид, чистота водойм, кількість кисню у воді і кормів, хімічні технології, сезон вилову, захворювання і фізіологічний стан риби. Проблемним питанням є інфекційні та інвазійні хвороби риби, в тому числі зоонози [35, 56, 75].

Матеріали наукових публікацій свідчать про те, що проблема забезпечення населення якісними і безпечними харчовими продуктами є однією з першочергових. Здоров'я кожної людини у значній мірі залежить від якості і безпечності спожитих харчових продуктів, в яких повинні бути в достатній кількості поживні речовини: білки, жири, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни та інші біологічно активні речовини і відсутні шкідливі речовини та збудники антропозоонозних захворювань. Тому на державному рівні будь-якої країни регулюються вимоги щодо безпечності і якості продукції та забезпечується їх дотримання. Одним із дієвих засобів такого забезпечення є ветеринарно-санітарне інспектування.

Риба є одним з найбільш поживних і швидкопсувних продуктів. Делікатний характер риби проявляється в її швидкому зниженні якості і безпечності, якщо її неправильно зберігати та не швидко обробляти з дотриманням відповідних санітарних вимог. Науковці наголошують, що біологічні небезпеки в продуктах харчування є однією з головних причин виникнення захворювань харчового походження [11, 12, 28, 31, 75].

Спалахи харчових зоонозів у людини можуть виникати як внаслідок використання рибної продукції, отриманої від хворої риби, так й внаслідок

вторинної контамінації в процесі заготівлі, розбирання, зберігання у холодильниках і виготовлення їжі. Профілактика цих інфекцій у людини вимагає не тільки глибоких знань біології та екології збудників, але й проведення великого спектра санітарно-гігієнічних заходів упродовж усього харчового ланцюга [1, 28–32, 94].

В останні роки в Україні отримали широке розповсюдження кулінарні традиції Кореї, Японії, Китаю та інших країн Південно-Східної Азії, в яких багато страв готується із сирової або напівсирової риби, ракоподібних, кальмарів та інших моллюсків. На думку науковців [43, 71], найбільший ризик для здоров'я людини пов'язаний із споживанням сирової або недостатньо обробленої риби та рибних продуктів. Це становить велику небезпеку щодо зараження споживача зоонозами, зокрема, інвазійними [28, 32, 56].

Забруднення ставків і морів техногенного походження теж становить небезпеку щодо якості і безпечності риби і морепродуктів. Тому якість і безпечність цих продуктів є основною проблемою рибної промисловості у всьому світі. По суті – це встановити поживну цінність і безпечність риби і морепродуктів та уникнути потрапляння в організм споживачів небезпечних продуктів [61, 62, 76].

На думку фахівців, виникла загроза генетичної сутності людини. Спеціалісти (лікарі, біологи, хіміки) встановили причини серйозного погіршення здоров'я населення, що пов'язано з наявністю шкідливих хімічних та інших речовин у воді, атмосферному повітрі, але найбільше (80 %) – у продуктах харчування. Тому актуальною проблемою сьогодення є забезпечення якості та безпечності продуктів харчування для життя і здоров'я людини, в тому числі риби і морепродуктів, відсутність ризику для генетичних, патологічних та інших змін в організмі людини [10, 13, 35, 47, 73, 95].

Збільшення обсягів виробництва та постачання риби і морепродуктів в Україну обумовлює актуальність проблеми ветеринарно-санітарної оцінки їх за показниками якості і безпечності, що має певне наукове та практичне значення.

Забезпечення продовольчої безпеки сировини і продуктів харчування є одним з провідних факторів, що обумовлюють здоров'я людей та збереження генофонду. Результати досліджень Гобела В. В. та ін. [4] свідчать про незадовільний стан продовольчої безпеки України. Здійснення порівняння індексу продовольчої безпеки України із країнами Європи та світу демонструє негативні результати.

Риба і морепродукти, як продуценти білку, мінеральних речовин, омега-3 жирних кислот, вітамінів групи В, А, а деяка (тунець) і вітаміну D, набувають особливу соціально-економічну значимість і є важливими у раціоні харчування дорослих і дітей. Білок риби легко засвоюється організмом, не викликає алергії, сприяє росту і розвитку тканин, підвищує імунітет та гормональний баланс. Омега-3 жирні кислоти беруть участь у побудові клітинних мембран, синтезі гормонів і нейромедіаторів, регуляції запалення і кровообігу, допомагають знизити холестерол і тригліцериди в крові, а отже, запобігають виникненню інфаркту, інсульту та інших



серцево-судинних захворювань, Саме омега-3 жирні кислоти, які є у рибі і морепродуктах в ідеальній кількості, підтримують когнітивні функції, забезпечують зростання і розвиток мозку у немовлят, а у людей похилого віку – захист від хвороби Альцгеймера. Епідеміологічні, клінічні і харчові дослідження на тваринах і людях встановили, що жир морської риби, який утримує значну кількість поліненасичених омега-3 жирних кислот, дуже корисний для зниження ризику ішемічної хвороби серця та атеросклерозу, а також для запобігання певним формам раку [66, 84].

Риба містить безліч мінеральних елементів від фосфору до йоду, що приймають участь у побудові кісток, підтримці водно-сольового балансу, передачі нервових імпульсів, скороченні м'язів, утворенні гемоглобіну і ферментів. У рибі багато вітамінів групи В, які забезпечують нормальний обмін речовин, енергетичний метаболізм, роботу нервової системи, а вітамін В12 приймає участь у виробництві кров'яних тілець і сприяє профілактиці анемії та дегенеративних захворювань мозку. Вітамін D сприяє засвоєнню кальцію і фосфору, зміцненню кісток і зубів, покращує настрої, сон і апетит.

Проведені дослідження у порівняльному аспекті якості камбали (морська риба), сазана (мешкає в прісних водоймах) та судака (море-лиман) встановили: їстівна частина в камбалі становить 61,3 %, що на 5,5 % та 0,8 % більше, ніж у сазана та судака. Умовно їстівна частина (голова, хрящі, відкладання жиру на кишечнику) в камбалі становить 19,5 %, що на 5,5 % і 3,5 % менше, ніж у судака і сазана. Найменший вихід неїстівної частини у судака (14,9 %), що менше ніж у сазана і камбалі відповідно на 7% та 4,3 %. Із збільшенням маси, збільшується вихід їстівної частини риби. За хімічним складом, найбільша кількість води встановлена в камбалі (81,2±0,97 %, найменша – в сазані (77,4±2,11 %). Вміст білку в рибі коливався у межах 15,9±1,78 – 19,6±0,93%. Найбільшу кількість білку утримувала м'язова тканина судака (19,6 %), найменшу (15,9 %) – камбали. Як показали дослідження авторів, за вмістом жиру усі зразки досліджуваної риби віднесені до 2 категорії жирності (від 2 % до 8 %). Зокрема, вміст жиру в сазані 6,4 % (найвищий), а в судаку – 2,8 % (найменший), в камбалі – в межах 4,8 %. Поживні властивості риби залежать від віку, статі, водойми, в якій вона мешкає. З віком збільшується вміст жиру, зменшується кількість води [36].

За результатами досліджень Кореневої Ж. та ін. [9], у досліджених зразках морської риби (бички, чорноморська форель, чорноморська камбала) вміст білка коливається в межах 15–20 %, жиру – 2–8 %.

Незважаючи на високу корисність риби і морепродуктів, на думку науковців, у період стрімкого розвитку рибної промисловості і забруднення навколишнього середовища, особливого значення має контроль вмісту потенційно токсичних елементів в рибі та морепродуктах [57, 61, 62, 72]. Одними з найбільш небезпечних є важкі метали, які відносяться до консервативних забруднюючих речовин, що не розкладаються в природних умовах, а лише змінюють форми свого існування, перерозподіляючись між

біотичними і абіотичними ланцюгами. Морські організми (риба, молюски, ракоподібні) можуть накопичувати їх у потенційно небезпечних концентраціях та є одним з основних джерел небезпеки для населення [77, 81]. Безпечність риби і морепродуктів є великою проблемою у всьому світі і вимагає забезпечення гарантії безпечності та високої якості на всіх етапах їх виробництва і реалізації.

Наша держава імпортує великі об'єми риби і морепродуктів з Європи, Китаю та східно-азійських країн, які можуть бути небезпечними, адже за стандартами безпеки не відповідають міжнародним Регламентом з безпеки харчових продуктів, але юридично не порушують вітчизняні стандарти та національні стандарти країн, які є торговими постачальниками в Україну. Порівняльний аналіз національних стандартів України з нормативними вимогами ЄС і Китаю показав, що допустимий вміст ртуті у продукції рибного промислу в ДСТУ не перевищує регламенту цих країн. В той же час для миш'яку допустимі концентрації в ДСТУ перевищують європейські і китайські в 10 разів, що край небезпечно для наших споживачів. Зважаючи на актуальність забезпечення мешканців України якісною і безпечною рибною продукцією, вкрай необхідним є редагування національних стандартів щодо таких показників як вміст токсичних елементів, радіонуклідів, пестицидів та інших забруднювачів у відповідності з вимогами стандартів, впроваджених у світову практику, та посилити контроль за дотриманням технічних регламентів при використанні риби і рибних продуктів [7, 13, 15, 32].

Аналіз літературних джерел свідчить, що майже всі види морської риби та молюсків містять сліди ртуті. Деякі види морської риби (акули, риба-меч, королівська скумбрія, королівська макрель) та молюсків містять високу концентрацію ртуті, що може шкодити здоров'ю. Більш низький вміст ртуті – у криветках, консервованому тунцю, лососі, мінтаї і сомі. Тунець альбакор («білий») містить значно більше ртуті, ніж консервований тунець світлий, тому його не варто вживати [45, 54, 72, 73, 77]. Рівні ртуті у морепродуктах залежать від декількох факторів. Зокрема, концентрація ртуті в рибі залежить від віку, розміру, ваги, забруднення середовища, в якому вона жила [44, 47, 62, 96].

Як зазначають учені, ртуть – нейротоксичний важкий метал, який може накопичуватися до токсичних рівнів у біологічних тканинах тварин і людей, та глобальний токсикант для навколишнього середовища, що становить високу загрозу здоров'ю населення, адже може викликати токсичні ураження центральної і периферичної нервової системи, порушувати роботу травної, серцево-судинної та імунної системи [34, 40, 77, 87, 96]. Оскільки ртуть має алергенну, ембріо- і гонадотоксичну дію та може проникати через плацентарний бар'єр, це особливо небезпечно для ненародженій дитині чи нервовій системі немовляти. Навіть в незначних концентраціях ртуть є потенційно небезпечною [51, 62, 69, 72].

За даними Комітету ФАО/ВООЗ, основним джерелом ртуті для населення є харчові продукти. Наявність ртуті у водних системах спричинила, що

риба знаходиться на вершині харчового ланцюга і може накопичувати ртуть, особливо в токсичній формі (метилртуть), у високих кількостях [34, 47, 58, 89, 97]. Тому ВООЗ наголошує на необхідності визначення метилртути в продуктах харчування, особливо у рибі, для забезпечення споживача безпечною продукцією [44, 50, 51, 69, 89, 99].

Встановлено, що 95 % від загального споживання ртуті з їжею надходить через морепродукти. Щоб мінімізувати накопичення ртуті до токсичних рівнів у споживачів, Об'єднаною продовольчою організацією (FAO) і Комітетом експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) з харчових добавок і забруднювачів (JEFCA) рекомендується максимально допустимий тижневий рівень споживання для ртуті 1,6 мкг/кг маси тіла для жінок дітородного віку та 3,3 мкг/кг – для дітей і населення [50].

Беручи до уваги вищезазначене, дослідження вмісту ртуті у рибі і морепродуктах, як показника безпечності, є важливою складовою гарантування продовольчої безпеки України. Результати дослідження імпортової риби і рибної продукції на базі лабораторії атомно-абсорбційної спектрометрії НДІ з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи впродовж 2019–2021 років встановили, що концентрація ртуті у зразках морської риби була на рівні 0,005–0,456 мг/кг, перевищення максимально допустимих рівнів у 1,8 разів встановлено у 0,12 % проб риби сімейства тунцевих. Вміст ртуті у зразках прісноводної риби та морепродуктах був у межах нормативних вимог і відповідно становив: 0,006–0,315 мг/кг та 0,008–0,472 мг/кг. Автори зазначають, що отримані ними результати досліджень підтверджують зростаючу необхідність моніторингу ртуті в продукції, яка надходить із-за кордону та рибопродукції власного виробництва, як індикатора забруднення екосистеми та недопущення до реалізації небезпечних для здоров'я населення риби і морепродуктів [40, 76, 83, 93].

Забруднення стічних вод у навколишнє середовище в останні десятиліття вимагають необхідності у вдосконаленні оцінки хімічних сумішей та їх ризиків, адже антропогенні скиди стічних вод у навколишнє середовище рідко складаються з окремих забруднюючих речовин. Отже, водне середовище багате різноманітними хімічними сумішами. Тому виникла необхідність у вдосконаленні оцінки хімічних сумішей та їх ризиків для навколишнього середовища і людини [53, 93, 94, 95].

Як зазначає Памбук С. А. [22], морепродукти, особливо креветки, здатні акумулювати деякі важкі метали. Порівняльний аналіз європейських і українських допустимих кількостей показав, що норми вмісту деяких з цих елементів в ДСТУ на одиницю два порядки вище.

Найпоширенішими металами забруднювачами у європейських водах є Zn, Cu, Ni, Cr, Pb і Cd, а найбільш токсичними вказані Pb, Ni і Cd. Результати досліджень учених встановили, що порядок ранжування потенційно небезпечних токсичних елементів у філе іспанської скумбрії, філе форелі (райдужної та коричневої), філе сріблястого помфрета такий: Fe > Zn > Cu > загальний Cr > Mn > Ni > Pb > As > метил

Hg > Cd. Неканцерогенний ризик був прийнятним для дорослих споживачів у всіх країнах (НІ > 1 значення [47, 53, 59]. Тканини м'ясоїдних під впливом важких металів накопичували більшу кількість Cd і Pb, а всеїдних *R.utilus* – більшу кількість Cr, Cu, Ni та Zn [92]. Наведені результати свідчать, що споживання риби і морепродуктів за звичайними нормами не спричиняє серйозної проблеми. Однак часте споживання рибних продуктів може мати негативний вплив для населення через вміст потенційно токсичних елементів, зокрема, важких металів [13].

У останні роки в нашій країні була велика тенденція до розведення риби, переважно коропа, у ставках, кар'єрах, невеликих річках або відгороджених сіткою невеликих ділянках річок [6, 17, 18]. Дослідження зразків коропа, виловленого у ставках Сумщини, на наявність токсичних елементів показали, що вміст Свинцю, Кадмію, Ртуті, Миш'яку не перевищував гранично допустимих концентрацій (0,2–1,0 мг/кг) [17].

Однією з причин, що перешкоджає риборозведенню і вирощуванню риби у ставках, є інвазійні та інфекційні захворювання [98]. Захворювання риби впливають негативно на її фізіологічний стан, розвиток, біологічну цінність та викликають масову загибель хворої риби, що спричиняє значні економічні збитки аквакультурі України та світу [5, 6, 90]. Причинами виникнення незаразних хвороб риб (аліментарні і токсикози) є невідповідні умови середовища їх існування: порушення санітарного і гідрохімічного режиму водойм, перепади температури та тиску, травми та інші фактори.

Прісноводна риба може бути носієм сальмонел, кишечної палички, протей і стафілококів через забруднення водойм стічними водами. Споживання такої риби у сирому, в'яленому, копченому вигляді, погано термічно обробленої з довготривалим зберіганням при кімнатній температурі може спричинити важкі харчові захворювання. Санітарна якість риби та її безпечність залежать також від способу вилову. Обсмінення поверхні зразків коропа, карася і товстолоба значно нижче при вилові риби ятерами, ніж неводами [18].

За результатами досліджень науковців зразків риби, відібраних у ряді пунктів дельти Дніпра і Дніпропетровсько-Бузького лиману впродовж 2018–2020 років встановлено, що на всіх ділянках в промисловій рибі є такі види трематод: *Sanguinicola intermis*, *S. volgenais*, *Phyllodistomum angulatum*, *Sphaerostoma bramae*, *Asymphylogora imitans*, *Crowcroecums krjabini*, метацеркарії родів *Cotylurus*, *Displotomum*, *Posthodiplostomum*, *Apophallus*, що впливають на якість і безпечність риби [20].

Серед інфекційних захворювань, які найчастіше уражають коропа, є краснуха, некроз зябер, сапролегніоз та запалення плавального міхура, що значно знижує якість отриманої продукції і спричиняє значні економічні збитки [49]. Риба може бути резервуаром небезпечних для людини збудників гельмінтозів [56, 64, 75].

Серед найбільш розповсюджених є такі захворювання як опісторхоз та дифілоботріоз, токсикози і токсикоінфекції людини і тварин [26–32, 39, 56, 64, 86].

Періодично у водоймах Південного регіону України серед паразитарних хвороб карпа виявляють аргульоз, іхтіофтіріоз, ботріоцефальоз, лерніоз, каріоз, диплостомоз та постодиплостомоз [49]. Невідповідна санітарія та традиційні методи приготування їжі спричиняють поширення зоонозних паразитарних захворювань риби серед населення. Найнебезпечнішими з гельмінтів, якими заражається людина через вживання зараженої риби, є нематоди анізакиди та цестооди роду *diphilobothrium* і дигенетичні трематоди родин *Heterophyidae*, *Clonorchis*, *Opistorchiidae* та *Nanophyetidae*. Наявність їх у рибі знижує її якість, псує смак та є небезпечною для людини [31, 88].

Загальний огляд найбільш поширених хвороб коропа у Південному регіоні України, зокрема у Хаджибейському лимані встановив, що найбільш зустрічаються такі хвороби, як краснуха, некроз язвер, бронхіомікоз та сапролегніоз, а з паразитарних – іхтіофтіріоз і аргульоз. Застосування сирі, солоні або копчені риби, поширене в багатьох країнах, потенційно має зоонозний потенціал і може спричинити важкі захворювання у людей [5, 48].

Відповідно аналізу динаміки епізоотичного процесу ураження риб небезпечним захворюванням філометроїдозом впродовж 2019–2021 років на території України найбільший рівень встановлено в північній та, частково, в центральній частині. До неблагополучних віднесено 5 областей: Житомирська, Рівненська, Хмельницька, Черкаська і Волинська [39].

Моніторингові дослідження стану захворюваності риби у водоймах Рівненської області впродовж 2008–2015 років встановили, що забруднення їх стоками комунальних та сільськогосподарських підприємств сприяє виникненню різних інвазійних захворювань щорічно та відповідно збільшуються ризики захворювання людей. В тому числі, було виявлено небезпечне зооантропонозне захворювання дифілоботріоз, збудником якого є велика цестода розміром від 1 до 10 м. Резервуаром цього захворювання є хижі риби, а додатковими живителями – прісноводна риба (щука, окунь, форель, йорж та інші). Людина вражається при поїданні сирі, погано провареної чи прожареної риби [28]. Отже, не слід купувати рибу з рук та в місцях стихійної торгівлі, а для забезпечення високої якості харчової сировини та запобігання розповсюдження захворювань необхідно посилити іхтіологічний контроль та комплексну ветеринарно-санітарну експертизу з обов'язковою санітарною оцінкою якості.

Для лікування і профілактики інфекційних хвороб риби використовують сульфаніламід, антибіотики, нітрофуран, дезінфектанти тощо [63, 78]. Необмежене застосування антибактеріальних препаратів призводить до накопичення їх у водному середовищі і відповідно у риб та рибних продуктах [52, 90, 100]. Зокрема, за результатами досліджень Ваєр et al., [52], встановлено наявність залишків ветеринарних препаратів нітрофуранового ряду, антибіотиків, сульфаніламідів у зразках риби з різних регіонів України. Автори зазначають, що у 40 % зразків концентрація сульфаніламідних препаратів була в межах 50–70% ГДК.

В Україні ринок морської риби представлений переважно імпортовою, замороженою до температури  $-12...-18^{\circ}\text{C}$ . За результатами моніторингових досліджень науковців, заморожена риба, яка надходить у торговельну мережу в Україні, не в повному обсязі піддається дослідженню на наявність залишкових кількостей ветеринарних препаратів, токсикантів та забруднювачів. Зокрема,  $10,5\pm 0,3\%$  зразків риби містили залишки антибіотиків та антибактеріальні препарати [14]. З 24 лютого 2022 року і до сьогодні досить небезпечна екологічна ситуація склалася в Чорному морі, яка потребує найретельнішого контролю та регламентації перевірки вмісту шкідливих речовин екзогенного походження в рибі та аквакультури, що можуть становити небезпеку для здоров'я людей і тварин [9].

Через свій унікальний склад риба і морепродукти є надзвичайно швидкопсувними. Той факт, що рибальські судна зазвичай виловлюють їх на великій відстані від місць споживання, вимагає ефективного збереження, щоб запобігти псуванню та погіршенню якості продукту. Головним показником якості і безпечності рибної продукції є бактеріальне обсіменіння риби, яке залежить від умов зберігання, ураження гельмінтами, гігієни первинної переробки, стану водойми. Дослідження свіжої риби, яка була допущена в реалізацію на ринках м. Одеса показали, що за органолептичними показниками якісними були лише 76 %, а за фізико-хімічними – лише 62 % зразків. Бактеріологічні дослідження риби сумнівної свіжості за фізико-хімічними показниками встановили, що 14 % проб не відповідали ветеринарно-санітарним вимогам за КМАФАНМ та у 20 % досліджених зразках риби (бички чорноморські) виділено БГКП [21].

Бактеріологічні дослідження м'язової тканини бичків та коропа, виловлених в рибпромислових ділянках Хаджибейського лиману встановили, що МАФАНМ була у межах нормативних вимог (МДР ДСТУ ISO 4833 – 2006), а БГКП, патогенних мікроорганізмів, *Staphylococcus aureus* і *Listeria monocytogenes* не виявлено [5].

Риба і молюски можуть бути уражені патогенними та потенційно патогенні бактеріями: *Streptococcus iniae*, *Clostridium botulinum* типу E, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio* spp, *Salmonella* spp, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Listeria*, аеромонади та інші (Addisu Demeke Teklemariam et al., 2015). За результатами бактеріологічних досліджень прісноводної риби з її поверхневого шару виділено від 48 до 68 мікроорганізмів (мезофільні і факультативно-анаеробні), що свідчить про доцільність ретельної ветеринарно-санітарної експертизи прісноводної риби різних виробників згідно національних стандартів України [1].

Для пригнічення активності бактерій і розвитку метаболічних змін та псування і втрати відповідної якості риби її консервують різними способами [9, 66]. Одним із методів консервування є заморозування, в процесі якого більшість мікроорганізмів втрачає життєздатність і лише обмежено можуть розвиватися психрофільні бактерії, адже температура близько  $-10^{\circ}\text{C}$  є межею для їх росту. Дуже повільно можуть розмножуватися деякі плісняві гриби та дріжджі при

температурі від  $-15$  до  $-18^{\circ}\text{C}$ . Проте навіть правильно заморожена риба має обмежений термін зберігання, адже низькі температури діють лише бактеріостатично, але не захищають від окислення жиру та втрати води. Стійкість замороженої риби при зберіганні залежить від її початкової якості, дотримання технології заморожування і температури зберігання [68, 82]. Спосіб заморожування значною мірою впливає на якісний склад і кількість мікрофлори риби. При повітряному заморожуванні МАФАНМ товстолобика зменшилась на 6,3 % у порівнянні з обсіменінням риби-сирцю. Тоді як росольне заморожування знижує цей показник на 18,2 %, а при використанні захисного покриття і росольного заморожування – на 22,5 %. Найбільш інтенсивно загибель мікроорганізмів відбувалася у інтервалі від  $-1^{\circ}\text{C}$  до  $-5^{\circ}\text{C}$  [22].

У процесі заморожування змінюється гістологічна структура тканин риби. У свіжій риби вони еластичні, волокна прилягають щільно одне до одного. Тоді як у мороженої гістологічна структура менш виражена. При повільному і багаторазовому заморожуванні і розморожуванні значно змінюється структура м'язів. Під час заморожування в тканинах утворюються великі кристали льоду і при розморожуванні втрачається сік, а з ним й поживні речовини. У процесі зберігання відмічається зміна кольору, запаху, консистенції та смаку [9].

Важливим методом консервування риби є засолування. Проте, як зазначає Півень О. [25], з метою запобігання потенційної небезпеки для споживачів край важливим є проведення ретельної комплексної ветеринарно-санітарної експертизи. Зокрема, за результатами дослідження автором зразків солоного норвежського оселедця, які відібрані в торгівельній мережі м. Одеса, встановлено 25 % проб сумнівної свіжості і можуть викликати харчові токсикоінфекції і токсикози.

За даними учених, дуже хорошим методом консервування є копчення. У дослідженнях науковців встановлена значна кількість бактерій у сирій риби. Процес копчення спричинив бактерицидну дію і знищив всю патогенну мікрофлору і за якістю ці продукти отримали високу комісійну оцінку [60, 85].

На сьогодні Україна більшу частину морепродуктів, особливо океанічного промислу, отримує в замороженому стані. Високий вміст білків і незначна кількість жиру обумовлює значний попит і використання креветок в дієтичному харчуванні. Проведена товарознавча оцінка зразків креветок варено-морожених показала, що більшість виробників вказують на упаковці масу нетто із урахуванням глазури, що є порушенням вимог нормативного документу. А дійсна маса нетто продукту менша майже у 2 рази, ніж зазначена на упаковці. За результатами бактеріологічних досліджень, 60 % досліджених зразків не відповідали вимогам за кількістю МАФАНМ, що свідчить про неналежну якість сировини, порушення режимів технологічної обробки, неналежний санітарний стан підприємства і персоналу та небезпечність для споживача [15].

Огляд креветок варено-морожених в торгівельній мережі м. Одеса встановив, що усі виробники

виготовляють продукцію за розробленими власними Технічними умовами і не використовують ДСТУ 4440:2005 «Креветки морожені. Технічні умови». Основною проблемою якості крабових паличок є те, що усі виробники України використовують сировину з Азії, а тому крабові палички виготовляються з сировини невідомого складу та різних харчових добавок, що становить велику потенційну небезпеку для споживача [22].

Найпоширенішою проблемою фальсифікації і зниження якості заморожених морепродуктів є велика кількість льодової глазури, що не захищає продукт від зневоднення, але додає надмірну масу і некоректне маркування, тобто повинна бути вказана маса нетто без урахування глазури. Недосконалість національних нормативних документів щодо морепродуктів дає можливість завозити сировину для виготовлення крабових паличок невідомого складу. Заморожена продукція повністю знеособлена, відсутні розподілення по гатункам, а невідповідність діючих нормативних документів і відсутність певних методів визначення свіжості викликають необхідність доповнення і гармонізацію їх зі світовими стандартами [22].

Результати комплексної ветсанекспертизи мідій свіжих з екваторії селища Ліски і пляжу «Дельфін» м. Одеса та варено-морожених, закуплених на ринку, виробництва Китай і Чілі показали, що за органолептичними і фізико-хімічними показниками всі зразки відповідали нормативним вимогам. Тоді як бактеріологічні дослідження встановили перевищення КМАФАНМ у зразках свіжих мідій і були виявлені бактерії групи кишкової палички, а отже є потенційна небезпека для споживача [37].

Делікатесним, дієтичним продуктом високої комерційної вартості є устриці, яких споживають живцем. Однак, вони є швидкопсувним харчовим продуктом. Причиною їх псування крім патогенних мікроорганізмів є активна дія власних ферментів. Навіть свіжі, якісні устриці містять певну кількість мікроорганізмів, кількість яких під час зберігання невпинно зростає. Тому питання санітарно-гігієнічного контролю під час вирощування і реалізації постійно знаходиться у центрі уваги санітарних служб у країнах, які вирощують їстівних моллюсків у промислових обсягах. ВООЗ наголошує на важливості санітарного контролю за дотриманням гігієнічних вимог у процесі природнього видобутку та культивування двустоволових моллюсків для забезпечення їх безпечності. Автор зазначає, що обсіменіння устриць патогенною мікрофлорою (бактеріями роду *Salmonella*) можливе у разі забруднення берегових вод неочищеними стоками. Тому вилов для споживання відбувається лише у контрольованих ветеринарно-санітарною службою промислових зонах [41].

Через значне антропогенне, в тому числі радіоактивне навантаження на водне середовище, край важливим є кількісний аналіз вмісту радіонуклідів не лише у водному середовищі, а й у риби та рибних продуктах, як найбільш наближених об'єктах по трофічному ланцюгу до людини. Тому стоїть питання безпечності гідробіонтів за їх вмістом з метою мінімізації надходження до споживача, адже вони здатні до накопичення.

Зручним об'єктом для оцінки радіоекологічного стану водойми та вмісту радіонуклідів в рибі є товстолобик, за способом живлення який фітопланктофаг. Дослідження білого товстолоба Запорізького водосховища встановили, що найбільшу накопичувальну здатність до  $^{137}\text{Cs}$  мають м'язова та кісткова тканини, найменшу – луска та зябра риб. Зі збільшенням віку риби відбувається достовірне збільшення вмісту  $^{137}\text{Cs}$ . Вміст  $^{90}\text{Sr}$  був значно менший, ніж  $^{137}\text{Cs}$  і коливався в межах 1,7–7,1 Бк/кг сирової маси. Коефіцієнт накопичування в рибі  $^{137}\text{Cs}$  в 3 рази вище, ніж  $^{90}\text{Sr}$ . Навесні вміст радіоактивних речовин є набагато вищий, ніж в осені. Середній вміст  $^{137}\text{Cs}$  в тканинах і органах був на рівні від 10 до 12 Бк/кг, а  $^{90}\text{Sr}$  – 2,5–6,0 Бк/кг, що є в межах допустимих в Україні рівнів (ДР-2006), а отже придатний для споживання [33].

За вмістом радіонуклідів в м'ясі всіх видів риб Першотравневського водосховища Дніпропетровської області (Україна) провідна роль належить  $^{40}\text{K}$ , а мінімальний вміст становить  $^{90}\text{Sr}$ . За встановленими коефіцієнтами накопичення радіонуклідів найбільш інтенсивно у порівнянні з іншими накопичується  $^{90}\text{Sr}$ , а отже є основним чинником внутрішньої дози опромінення. Найбільший рівень радіонуклідів серед досліджуваних зразків риб встановлено у карасі сріблястому, що пояснюється його живленням та способом  $^{90}\text{Sr}$  життя. Проте рівень вмісту радіонуклідів у досліджуваних зразках риби був значно нижчий за затверджені в Україні норми [16].

Визначення вмісту штучних та природних радіонуклідів і закономірності їх накопичення у тканинах живих промислових риб (окунь річковий і судак звичайний) Запорізького водосховища показали, що їх вміст у тканинах окуня був вищий, ймовірно через більш високий спектр його харчування. Коефіцієнт накопичення (КН)  $^{137}\text{Cs}$  перевищував КН  $^{90}\text{Sr}$  у середньому в 6 разів, а КН  $^{40}\text{K}$  – у 25 разів. Це свідчить про надзвичайно високу щільність зв'язування  $^{137}\text{Cs}$  з біологічними тканинами, що є потенційним ризиком для споживача. Порівняльний аналіз вмісту  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у м'язовій тканині окуневих промислових риб Запорізького водосховища встановив, що їх концентрація є в межах гігієнічних вимог ОСП-2006 України [2].

Оцінка колективних ефективних доз внутрішнього опромінення населення України від випромінювання радіонуклідів внаслідок вживання регіональних морепродуктів, що виготовляються зі шпроту і мерлангу, встановила домінуючу роль  $^{210}\text{Po}$  [79, 80].

Результати досліджень Пахомської О.В., Терещук А.С. [24], свідчать, що на вітчизняних продовольчих ринках виникла велика низка гострих проблем щодо якості і безпечності харчових продуктів та виявлення порушень в ланцюзі «виробництво сировини – її перероблення та виробництво готової продукції – зберігання – поставка в торговельну мережу – реалізація – споживання, в тому числі риби і морепродуктів, особливого значення має посилення контролю за вмістом потенційно токсичних елементів в рибі та морепродуктах, що є складовою продовольчої безпеки.

Підсумовуючи результати ветеринарно-санітарної оцінки риби і морепродуктів, необхідно зазначити, що вони володіють високими харчовими якість як джерело білка та необхідних для організму людини поживних речовин, це викликає великий інтерес споживачів до їх якості і безпечності. Саме тому для усунення потенційних небезпек і забезпечення високої якості при виробництві риби і рибної продукції необхідно впроваджувати систему НАССР та застосовувати міжнародні стандарти.

Сьогодні, навіть у країнах, де ефективно функціонує система швидкого сповіщення про якість і безпечність харчових продуктів і кормів (RASFF), є випадки потрапляння небезпечних продуктів харчування на ринок ЄС. Але саме завдяки RASFF було попереджено кілька ризиків щодо безпечності продуктів харчування і вони не надійшли до споживача [8]. Застосування системи сповіщень в Україні суттєво знизить ризики під час купівлі харчових продуктів через електронну мережу.

## Висновки

Метою здійснення огляду було надати ветеринарно-санітарну оцінку риби і морепродуктам за показниками якості і безпечності у світлі сучасних досліджень для забезпечення безпеки споживача, адже у період стрімкого розвитку рибної промисловості і техногенного забруднення навколишнього середовища, особливого значення має посилення контролю за вмістом потенційно токсичних елементів, що є складовою продовольчої безпеки.

1. Риба і морепродукти – це унікальні продукти за поживними речовинами, біологічною цінністю, рентабельністю виробництва та попитом на споживчому ринку.

2. Екологічна безпека довколишнього середовища і захист населення від впливу негативних природних та антропогенних екоотоксикантів, які головним чином потрапляють через продукти харчування, в тому числі через рибу і морепродукти, є однією з головних проблем сьогодення. Одним із дієвих засобів такого забезпечення є ветеринарно-санітарне інспектування.

3. Для забезпечення виробництва безпечної риби і морепродуктів, їх конкурентоспроможності на зовнішньому ринку і довіру споживачів на внутрішньому найбільш доцільним є запровадження міжнародних стандартів, в тому числі харчового законодавства ЄС, дієвої системи НАССР, упровадження процедури виведення продукції на зовнішні ринки відповідно до міжнародних норм.

*Перспективи подальших досліджень* будуть направлені на моніторингові дослідження якості риби і морепродуктів в Україні як одного з дієвих заходів захисту споживача.

## Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

- Altanova, N. M., & Liasota, V. P. (2020). Bezpeka ta yakist ryby prysnovodnoi riznykh vyrobnykiv Mykolaivskoi oblasti. *Aktualni problemy veterynarnoi medytsyny: materialy naukovo-praktychnoi konferentsii mahistrantiv. 20 lystopada 2020 r. Biloserkivskiyi NAU.* (pp. 3–4). Bila Tserkva [in Ukrainian]
- Ananieva, T. V., & Shymko, S. M. (2016). Vmist radioaktyvnykh rechovyh u tkanyakh okunevykh ryb Zaporizkoho vodoskhozvyscha. *Suchasni ekolohichni problemy Ukrainskoho Polissia ta sumizhnykh terytorii (do 30-oi richnytsi avarii na ChAES): materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (20-22 kvitnia 2016 roku).* (pp. 70–73). Nizhyn [in Ukrainian]
- Bohatko, N. M., Salata, V. Z., Semaniuk, V. I., Dzhmil, O. M., & Holub, O. Yu. (2010). Stan derzhavnogo nahliadu v Ukraini za yakisti ta bezpekoiu rybnoi produktsii. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii im. S. Z. Gzhytskoho*, 12 (3(45.4)), 113–119. [in Ukrainian]
- Hobela, V., Melnyk, S., & Kurliak, M. (2022). Food security of Ukraine against the war background: assessment and trends forecasting. *Digital Economy and Economic Security*, 2 (02), 92–98. <https://doi.org/10.32782/dees.2-16>
- Holubenko, O., Tarasenko, L., & Rud, V. (2023). Microbiological indicators of fish meat from the Khadzhibey estuary. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 106, 82–85. <https://doi.org/10.37000/absl.2023.106.09>
- Koval, O., Holubenko, O., Rud, V., & Tarasenko, L. (2021). Veterinary and sanitary assessment of fish quality and safety in the southern region of Ukraine (review article). *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 99. <https://doi.org/10.37000/absl.2021.99.06>
- Dyudyaeva, O. A., & Beh, V. V. (2020). Food safety of Ukrainian products of aquaculture as the guaranteed prerequisites of external market. *Water Bioresources and Aquaculture*, 1, 44–60. <https://doi.org/10.32851/wba.2020.1.5>
- YEMCHENKO, I. (2022). Measures to prevent dangerous food products from entering the EU. *Tovaroznavchyy Visnyk*, 2 (15), 124–135. <https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2022-16-11>
- Koreneva, Z., Rodionova K., Roshal, L., Ovcharenko, G., Mazurenko, Y., Naidich, O., & Baharovska, V. (2023). Safety and quality of marine fish depend from the method of conservation. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 107. <https://doi.org/10.37000/absl.2023.107.01>
- Kotelevych, V. A. (2019). Actual problems of quality and safety of food products in the context of providing food security in the Zhytomyr region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnology*, 21 (93), 155–159. <https://doi.org/10.32718/nvvet9327>
- Kotelevych, V., Volkivskiy, I., Pinskyi, O., & Davydenko, L. (2021). Food quality and safety as the keys to the health of future generations. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23 (103), 179–186. <https://doi.org/10.32718/nvvet10325>
- Kotelevych, V. A., Volkivskiy, I. A., Pinskyi, O. V., Matseiko, L. V., Davydenko, L. M., & Stoliarenko, O. V. (2022). Veterinary and sanitary assessment of food products on quality and safety indicators in Zhytomyr region. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 24 (105), 120–128. <https://doi.org/10.32718/nvvet10517>
- Lykholat, O., Vyshnikina, O., & Sabirov, O. (2022). Standardization of potentially toxic elements content in fish and seafood products: comparative analysis of international standards and DSTU. *Economy and Society*, 40. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-40-79>
- Malimon, Z. V., Kukhtyn, M. D., Grynevych, N. E., & Azyrkina, I. M. (2018). Veterinary and sanitary evaluation of frozen fish imported into Ukraine for presence of antibacterial substances residues. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (88), 36–41. <https://doi.org/10.32718/nvvet8806>
- Mardar, M. R., Pambuk, S. A., & Liashenko, Yu. O. (2014). Deiaki aspekty bezpechnosti krevetok vareno-morozhenykh. *Kharchova Nauka ta Tekhnolohiia*, 2 (27), 61–64. [in Ukrainian]
- Marenkov, O., Korzhenevska, P., & Golub, I. (2022). Accumulation of radionuclides of natural and artificial origin by fish of the Pervotravensk reservoir. *Ecological Sciences*, 42 (3), 43–48. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.3-42-7>
- Nazarenko, S., Bublyk, A., & Nazarova E. (2019). Sanitary evaluation of fishes fished from the ponds of the Sumy region. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Veterinary Medicine*, 3 (46), 54–60. <https://doi.org/10.32845/bsnau.vet.2019.3.8>
- Nazarenko, S. M. (2022). Otsinka sanitarnykh pokaznykiv ryby v zalezhnosti vid metodiv yii vylovu. Naukovi chytannia. *Ekoloho-rehionalni problemy suchasnogo tvarynyntstva ta veterynarnoi medytsyny.* (pp. 210–214). Zhytomyr: Poliskiyi natsionalnyi universytet [in Ukrainian]
- Naidich, O. V., Khimych, M. S., & Onishchenko, O. V. (2012). Veterynarno-sanitarna ekspertyza produktiv prerobky hidrobiontiv: Konspekt lektsii. *Odesa: Ekolohiia* [in Ukrainian]
- Olifirenko, V. V., Cornienko, V. O., & Olifirenko, A. A. (2020). Features of industrial fish parasitofuna in separate sites of the Dneprovsko-Buzhyi embassy. *Water Bioresources and Aquaculture*, 1, 34–43. <https://doi.org/10.32851/wba.2020.1.4>
- Onishchenko, O. V. (2008). Veterynarno-sanitarna ekspertyza promyslovoi ryby, yaka nadkhodyt na rynky pivdnia Ukrainy. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii im. S. Z. Gzhytskoho. Serriia: Veterynarni Nauky*, 10 (4(39)), 196–199. [in Ukrainian]
- Pambuk, S. A. (2018). Problemy yakosti zamorozhenykh moreproduktiv, shcho predstavleni na suchasnomu rynku Ukrainy. *Scientific Works*, 48, 60–63. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v0i48.787> [in Ukrainian]
- Pahomska, O. (2021). Food products - quality and safety problems. *Scientific Bulletin of the Tavria State Agrotechnological University*, 11 (2), 29. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2021-2-29>
- Pakhomska, O. V., & Tereshchuk, A. S. (2020). Aktualni problemy yakosti i bezpechnosti kharchovoi produktsii. *Mizhnarodna naukovo-praktychna internet- konferentsiia, 24 lystopada 2020 roku.* (pp. 203–205). Melitopol: Tavriiskiyi derzhavnyi ahrotekhnolohichniy universytet imeni Dmytra Motornoho [in Ukrainian]
- Piven, O. (2022). Monitoring of separated quality indicators of herring in the commercial network of Odessa. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 104, 59–64. <https://doi.org/10.37000/absl.2022.104.07>
- Poltavchenko, T. V., & Parfeniuk, I. A. (2015). Monitoryng yakosti ta bezpechnosti morskoi ryby ta morskyykh hidrobiontiv. *Suchasne materialoznavstvo ta tovaroznavstvo: teoriia, praktyka, osvita: materialy II mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (m. Poltava, 25-26 bereznia 2015 roku).* (pp. 203–205). Poltava: PUET [in Ukrainian]
- Poltavchenko, T. V., & Parfeniuk, I. O. (2015). Monitoryng protozoinykh zakhvoriuvan stavovoi ryby v rybnytskyykh hospodarstvakh Rivnenskoj oblasti. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii im. S. Z. Gzhytskoho*, 17 (2(62)), 88–193. [in Ukrainian]
- Poltavchenko, T. V. (2016). Dynamics of fish morbidity of ichtyophthiriosis in fish farms in Rivne region. *Bulletin National University of Water and Environmental Engineering*, 1 (73), 107–113.
- Poltavchenko, T. V., & Budnik, Z. V. (2022). Vplyv zminy klimatu na poshyrennia filometroidozu ryb na terytorii Ukrainy. *Stratehiia staloho rozvytku Ukrainy: sohodennia ta perspektyvy: materialy 2 Vseukrainskoi internet-konferentsii, prysviachenoj 30-richchiu kafedry ekolohii, tekhnologii zakhystu navkolyshnoho seredovyshcha ta lisovoho hospodarstva natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia.* (pp. 139–141). Rivne: NUVHP [in Ukrainian]
- Poltavchenko, T. V., Budnik, Z. M., Stetsiuk, L. M., & Antoniuk, R. A. (2021). Ekolohichni aspekty poshyrennia trematodoziv ikhtiofauny Mlynivskoho vodoskhozvyscha. *Visnyk Natsionalnoho Universytetu Vodnoho Hospodarstva ta Pryrodokorystuvannia*, 2 (94), 14–24. [in Ukrainian]
- Poltavchenko, T. (2016). Disease incidence fish on krustatseosis in Rivne region. *Scientific Horizons*, 1 (53), 233–237.
- Poltavchenko, T. (2017). Condition of fish disease on branhiomyces and saprolegniosis in Rivne region. *Scientific Messenger of LNU*

- of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences, 19 (73), 101–103. <https://doi.org/10.15421/nvvet7321>
33. Prosianny, Yu. I., & Ananieva, T. V. (2015). Radionuklidne zabrudnennia biloho tovstolobka Zaporizkoho vodoskhorovyscha. *Naukovi Zapysky Ternopilskoho Natsionalnoho Pedahohichnoho Universyetu. Seriya: Biolohiia*, 3–4 (64), 557–561. [in Ukrainian]
  34. Smoliar, V. I. & Petrashenko, H. I. (2008). Rtut u kharchovykh produktakh i ratsionakh ta yii toksychnist. *Problemy Kharchuvannia*, 3–4. 23–31. [in Ukrainian].
  35. Spodar, K. V., Karbivnycha, T. V., Lisnichenko, O. O., & Sokolova, Ye. B. (2019). Analysis of organization of work on improving the safety and competitiveness of products on the fisheries enterprise. *Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Technical Sciences*, 5 (2), 110–113. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.5-2/20>
  36. Uminskyi, M. S., Korenieva, Zh. B., & Holovanova, A. I. (2019). Porivniannia masovoho i khimichnoho skladu morskoi ryby ta ryby lymaniv Odeskoi oblasti. *Suchasni problemy biobezpeky v Ukraini: materialy II Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii, 18-19 zhovtnia 2019 roku*. (pp. 74–77). Poltava [in Ukrainian]
  37. Fodchenko, I. A., & Kasianchuk, V. V. (2016). Veterynarno-sanitarna ekspertyza midii v Odeskii oblasti. *Problemy Zoonozhenerii ta Veterynarnoi Medytsyny*, 32 (2), 219–229. [in Ukrainian]
  38. Fotina, T. I., Berezovskiy, A. V., Petrov, R. V., & Horchanok, N. V. (2013). *Veterynarno-sanitarna ekspertyza ryby, morskyykh ssaivtsiv ta bezkhibetnykh tvaryn: navchalnyi posibnyk*. Vinnytsia: Nova knyha [in Ukrainian]
  39. Chechet, O. M., Lytvynenko, O. P., Miroshnichenko, O. I., Poltavchenko, T. V., & Budnik, Z. M. (2022). Dynamika poshyrennia filometroidozu ryb na terytorii Ukrainy za period 2019–2021 roky. *Visnyk Natsionalnoho Universyetu Vodnoho Hospodarstva ta Pryrodokorystuvannia*, 3 (99), 138–148. [in Ukrainian]
  40. Shuliak, S., Chechet, O., Haidei, O., Dobrozhan, Y., Kobys, A., Liniichuk, N., Krushelnitska, O., & Gutyj, B. (2022). Analysis of the results of research into the mercury content in fish and seafood during import-export operations in Ukraine for 2019–2021. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24 (108), 16–20. <https://doi.org/10.32718/nvvet10803>
  41. Yaroshevych, T. (2019). Special aspects of expertise of oysters. *Tovaroznavchyy Visnik*, 1 (12), 49–57. <https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2019-12-05>
  42. Iatsenko, I. V., Bohatko, N. M., & Bukalova, N. V. (2017). *Hihiena i ekspertyza kharchovykh tvarynykh hidrobiontiv ta produktiv yikh pererobky. Chastyna I. Kharkiv: Disa plus* [in Ukrainian]
  43. Teklemariam, A. D., Tessema, F., Abayneh, T. (2015). Review on Evaluation of Safety of Fish and Fish Products. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 3 (2), 111–117.
  44. Annibaldi, A., Truzzi, C., Carnevali, O., Pignalosa, P., Api, M., Scarpioni, G., & Illuminati, S. (2019). Determination of Hg in Farmed and Wild Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus* L.) Muscle. *Molecules*, 24 (7), 1273. <https://doi.org/10.3390/molecules24071273>
  45. Bosch, A. C., O'Neill, B., Sigge, G. O., Kerwath, S. E., & Hoffman, L. C. (2016). Mercury accumulation in Yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) with regards to muscle type, muscle position and fish size. *Food Chemistry*, 190, 351–356. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.109>
  46. Alipour, M., Sarafraz, M., Chavoshi, H., Bay, A., Nematollahi, A., Sadani, M., Fakhri, Y., Vasseghian, Y., & Mousavi Khaneghah, A. (2021). The concentration and probabilistic risk assessment of potentially toxic elements in fillets of silver pomfret (*Pampus argenteus*): A global systematic review and meta-analysis. *Journal of Environmental Sciences*, 100, 167–180. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2020.07.014>
  47. András, P., Dadová, J., Romančík, R., Borošová, D., Midula, P., & Dirner, V. (2021). Mercury in fish tissues in the area of Malachov Hg-ore deposit (Slovakia). *Environmental Geochemistry and Health*, 43 (9), 3675–3681. <https://doi.org/10.1007/s10653-021-00861-x>
  48. Aschfalk, A., & Müller, W. (2002). Clostridium perfringens toxin types from wild-caught Atlantic cod (*Gadus morhua* L.), determined by PCR and ELISA. *Canadian Journal of Microbiology*, 48 (4), 365–368. <https://doi.org/10.1139/w02-015>
  49. Avise, J. C. (2017). Ichthyology. *From Aardvarks to Zoonothellae*, 55–66. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-71625-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71625-1_5)
  50. Balshaw, S., Edwards, J. W., Ross, K. E., & Daughtry, B. J. (2008). Mercury distribution in the muscular tissue of farmed southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*) is inversely related to the lipid content of tissues. *Food Chemistry*, 111 (3), 616–621. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.041>
  51. Baishaw, S., Edwards, J., Daughtry, B., & Ross, K. (2007). Mercury in seafood: Mechanisms of accumulation and consequences for consumer health. *Reviews on Environmental Health*, 22 (2). <https://doi.org/10.1515/reveh.2007.22.2.91>
  52. Bayer, E. V., Novozhitskaya, Yu. N., Shevchenko, L. V., & Mykhaslika, V. M. (2017). Monitoring of residues of veterinary preparations in food products. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (3), 251–257. [https://doi.org/10.15421/2017\\_76](https://doi.org/10.15421/2017_76)
  53. Bopp, S. K., Barouki, R., Brack, W., Dalla Costa, S., Dorne, J.-L. C. M., Drakvik, P. E., Faust, M., Karjalainen, T. K., Kephelopoulou, S., van Klaveren, J., Kolossa-Gehring, M., Kortenkamp, A., Lebrecht, E., Lettieri, T., Norager, S., Rügge, J., Tarazona, J. V., Trier, X., van de Water, B., Gils, J., & Bergman, Å. (2018). Current EU research activities on combined exposure to multiple chemicals. *Environment International*, 120, 544–562. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.07.037>
  54. Burger, J., & Gochfeld, M. (2004). Mercury in canned tuna: white versus light and temporal variation. *Environmental Research*, 96 (3), 239–249. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2003.12.001>
  55. Castro-González, M. I., & Méndez-Armenta, M. (2008). Heavy metals: Implications associated to fish consumption. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 26 (3), 263–271. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2008.06.001>
  56. Chai, J.-Y., Darwin Murrell, K., & Lumbery, A. J. (2005). Fishborne parasitic zoonoses: Status and issues. *International Journal for Parasitology*, 35 (11–12), 1233–1254. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.07.013>
  57. Chebet, L. (2010). Rapid (alternative) methods for evaluation of fish freshness and quality University of Akureyri Faculty of Business and Science Department of Natural Resource Sciences. *Masters thesis*. Akureyri, Uganda.
  58. Chen, C. Y., Driscoll, C. T., Lambert, K. F., Mason, R. P., Rardin, L. R., Serrell, N., & Sunderland, E. M. (2012). Marine mercury fate: From sources to seafood consumers. *Environmental Research*, 119, 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2012.10.001>
  59. Djedjibegovic, J., Marjanovic, A., Tahirovic, D., Caklovica, K., Turalic, A., Lugusic, A., Omeragic, E., Sober, M., & Caklovica, F. (2020). Heavy metals in commercial fish and seafood products and risk assessment in adult population in Bosnia and Herzegovina. *Scientific Reports*, 10 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70205-9>
  60. Doe, P., Sikorski, Z., Haard, N., Olley, J., & Pan, B. S. (2017). Basic Principles. *Fish Drying & Smoking*, 13–45. <https://doi.org/10.1201/9780203756003-2>
  61. Fakhri, Y., Nematollahi, A., Abdi-Moghadam, Z., Daraei, H., Ghasemi, S. M., & Thai, V. N. (2020). Concentration of potentially harmful elements (PHEs) in trout fillet (Rainbow and Brown) fish: a global systematic review and meta-analysis and health risk assessment. *Biological Trace Element Research*, 199 (8), 3089–3101. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02419-x>
  62. Goyanna, F. A. A., Fernandes, M. B., Silva, G. B. da, & Lacerda, L. D. de. (2023). Mercury in oceanic upper trophic level sharks and bony fishes - A systematic review. *Environmental Pollution*, 318, 120821. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120821>
  63. Grynevych, N., Sliusarenko, A., Dyman, T., Sliusarenko, S., Gutyj, B., Kukhtyn, M., Hunchak, V., & Kushnir, V. (2018). Etiology and histopathological alterations in some body organs of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) at nitrite poisoning. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1), 402–408. [https://doi.org/10.15421/2018\\_228](https://doi.org/10.15421/2018_228)
  64. Di Giulio, R. T., & Hinton, D. E. (Eds.). (2008). *The Toxicology of Fishes*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203647295>
  65. Belichovska, K., Belichovska, D., & Pejkovski, Z. (2019). Smoke and Smoked Fish Production. *Meat Technology*, 60 (1), 37–43. <https://doi.org/10.18485/meattech.2019.60.1.6>
  66. Hastein, T., Hjeltnes, B., Lillehaug, A., Utne Skare, J., Berntssen, M., & Lundebye, A. K. (2006). Peligros para la inocuidad de los alimentos que surgen durante la fase de producción: problemas de la piscicultura y la industria piscícola. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 25 (2), 607–625. <https://doi.org/10.20506/rst.25.2.1678>
  67. Hight, S. C., & Cheng, J. (2006). Determination of methylmercury and estimation of total mercury in seafood using high performance liquid chromatography (HPLC) and inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS): Method development and validation. *Analytica Chimica Acta*, 567 (2), 160–172. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2006.03.048>

68. Huidobro, A., & Tejada, M. (2004). Gilthead seabream (*Sparus aurata*): suitability for freezing and commercial alternatives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84 (11), 1405–1413. Portico. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1827>
69. Huss, H. H., Ababouch, L., & Gram, L. (2003). *Assessment and management of seafood safety and quality FAO Fisheries Technical Paper. No. 444*. Rome, FAO.
70. Jay, J., Loessner, M., & Golden, D. (2005). Modern food microbiology. *Tropical Science*, 29, 221–236.
71. Ibrahim, M. (2014). Studies on some fish parasites of public health importance in the southern area of Saudi Arabia. *Fish and Plant-Borne Parasites*, 5, 211–240.
72. García-Hernández, J., Ortega-Vélez, M. I., Contreras-Paniagua, A. D., Aguilera-Márquez, D., Leyva-García, G., & Torre, J. (2018). Mercury concentrations in seafood and the associated risk in women with high fish consumption from coastal villages of Sonora, Mexico. *Food and Chemical Toxicology*, 120, 367–377. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.07.029>
73. Jinadasa, B. K. K. K., & Fowler, S. W. (2019). Critical review of mercury contamination in Sri Lankan fish and aquatic products. *Marine Pollution Bulletin*, 149, 110526. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110526>
74. Karimi, R., Fitzgerald, T. P., & Fisher, N. S. (2012). A Quantitative synthesis of mercury in commercial seafood and implications for exposure in the United States. *Environmental Health Perspectives*, 120 (11), 1512–1519. <https://doi.org/10.1289/ehp.1205122>
75. Khalil, M. I., El-Shahawy, I. S., & Abdelkader, H. S. (2014). Studies on some fish parasites of public health importance in the southern area of Saudi Arabia. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 23 (4), 435–442. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612014082>
76. Parker, K. H., Bishop, J. M., Serieys, L. E. K., Mateo, R., Camarero, P. R., & Leighton, G. R. M. (2023). A heavy burden: Metal exposure across the land-ocean continuum in an adaptable carnivore. *Environmental Pollution*, 327, 121585. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121585>
77. Kimáková, T., Kuzmová, L., Nevolná, Z., & Bencko, V. (2018). Fish and fish products as risk factors of mercury exposure. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 25 (3), 488–493. <https://doi.org/10.26444/aaem/84934>
78. Kovalenko, V. L., Kovalenko, P. L., Ponomarenko, G. V., Kukhtyn, M. D., Midyk, S. V., Horiuk, Yu. V., & Garkavenko, V. M. (2018). Changes in lipid composition of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* cells under the influence of disinfectants Barez®, Biochlor® and Geocide®. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1), 547–550. [https://doi.org/10.15421/2018\\_248](https://doi.org/10.15421/2018_248)
79. Lazorenko, G. E. (2015). A sssessment of 210Po doses in fish and shellfishes of the Black Sea. *3rd International Conference on Po and Radioactive Pb Isotopes (Kusadasi, Turkey, 11–14 Oct., 2015)*. (p 137). Izmir.
80. Lazorenko, G., & Polikarpov, G. (2012). Po-210 as an indicator of biosedimentation processes in the Black Sea. *INSINUME 2012: 6th International Symposium on in Situ Nuclear Metrology as a Tool for Radioecology: Book of Abstr. (Brussels, Belgium, 11–15 June, 2012)*. (p. 53). Brussels.
81. Lares, M. L., Huerta-Díaz, M. A., Marinone, S. G., & Valdez-Márquez, M. (2012). Mercury and Cadmium concentrations in farmed bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) and the suitability of using the caudal peduncle muscle tissue as a monitoring tool. *Journal of Food Protection*, 75 (4), 725–730. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-11-447>
82. Lymer, D., Martin, F., Marmulla, G., & Bartley, D. M. (Eds.). (2016). *Freshwater, Fish and the Future: Proceedings of the Global Cross-Sectoral Conference. Freshwater, Fish and the Future: Proceedings of the Global Cross-Sectoral Conference*. <https://doi.org/10.47886/9789251092637.ch7>
83. Al-Sulaiti, M. M., Soubra, L., Ramadan, G. A., Ahmed, A. Q. S., & Al-Ghouti, M. A. (2023). Total Hg levels distribution in fish and fish products and their relationships with fish types, weights, and protein and lipid contents: A multivariate analysis. *Food Chemistry*, 421, 136163. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136163>
84. Mathieu-Resuge, M., Le Grand, F., Brosset, P., Lebigre, C., Soudant, P., Vagner, M., Pecquerie, L., & Sardenne, F. (2023). Red muscle of small pelagic fishes' fillets are high-quality sources of essential fatty acids. *Journal of Food Composition and Analysis*, 120, 105304. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105304>
85. Moneim, E., Sulieman, A. A., Mustafa, W., & Shommo, S. A. M. (2018). Assessment of the quality of smoked fish obtained from white Nile River. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 7, 20–25.
86. Noga, E. J. (2012). *Fish disease. Second edition*. Blackwell Publishing.
87. Nortje, J. (2010). Determination of total mercury in fish and biological tissue using a direct mercury analyzer. *American Laboratory*, 42 (5), 36–37.
88. Omar, S. (2014). The impact of fish parasites on human health. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, 44 (1), 249–274.
89. Piras, P., Bella, A., Cossu, M., Fiori, G., Sanna, A., & Chessa, G. (2020). A representative sampling of tuna muscle for mercury control. *Italian Journal of Food Safety*, 9 (4). <https://doi.org/10.4081/ijfs.2020.9055>
90. Rico, A., Satapornvanit, K., Haque, M. M., Min, J., Nguyen, P. T., Telfer, T. C., & van den Brink, P. J. (2012). Use of chemicals and biological products in Asian aquaculture and their potential environmental risks: a critical review. *Reviews in Aquaculture*, 4 (2), 75–93. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2012.01062.x>
91. Ruelas-Inzunza, J., Patiño-Mejía, C., Soto-Jiménez, M., Barba-Quintero, G., & Spanopoulos-Hernández, M. (2011). Total mercury in canned yellowfin tuna *Thunnus albacares* marketed in northwest Mexico. *Food and Chemical Toxicology*, 49 (12), 3070–3073. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.07.030>
92. Sauliutė, G., Markuckas, A., & Stankevičiūtė, M. (2011). Response patterns of biomarkers in omnivorous and carnivorous fish species exposed to multicomponent metal (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn) mixture. *Part III. Ecotoxicology*, 29 (3), 258–274. <https://doi.org/10.1007/s10646-020-02170-y>
93. Ulusoy, Ş. (2023). Determination of toxic metals in canned tuna sold in developed and developing countries: Health risk assessment associated with human consumption. *Marine Pollution Bulletin*, 187, 114518. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114518>
94. Thai, V. N., Dehbandi, R., Fakhri, Y., Sarafraz, M., Nematollahi, A., Dehghani, S. S., Gholizadeh, A., & Mousavi Khaneghah, A. (2020). Potentially Toxic Elements (PTEs) in the Fillet of Narrow-Barred Spanish Mackerel (*Scomberomorus commerson*). *Global Systematic Review, Meta-analysis and Risk Assessment. Biological Trace Element Research*, 21. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02476-2>
95. Utomo, S. W., Rahmadina, F., Wispriyono, B., Kusnopranto, H., & Asyary, A. (2021). Metal contents of lake fish in area close to disposal of industrial waste. *Journal of Environmental and Public Health*, 2021, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2021/6675374>
96. Yoshino, K., Mori, K., Kanaya, G., Kojima, S., Henmi, Y., Matsuyama, A., & Yamamoto, M. (2020). Food sources are more important than biomagnification on mercury bioaccumulation in marine fishes. *Environmental Pollution*, 262, 113982. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.113982>
97. Wang, W.-X. (2012). Biodynamic understanding of mercury accumulation in marine and freshwater fish. *Advances in Environmental Research*, 1 (1), 15–35. <https://doi.org/10.12989/aer.2012.1.1.015>
98. Zazharska, V. M., Kuzak, R. S., Biben, I. A., & Kuneva, L. V. (2017). Veterinary and sanitary examination. Dnipro.
99. Zupo, V., Graber, G., Kamel, S., Plichta, V., Granitzer, S., Gundacker, C., & Wittmann, K. J. (2019). Mercury accumulation in freshwater and marine fish from the wild and from aquaculture ponds. *Environmental Pollution*, 255, 112975. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.112975>
100. Zhang, R., Tang, J., Li, J., Zheng, Q., Liu, D., Chen, Y., Zou, Y., Chen, X., Luo, C., & Zhang, G. (2013). Antibiotics in the offshore waters of the Bohai Sea and the Yellow Sea in China: Occurrence, distribution and ecological risks. *Environmental Pollution*, 174, 71–77. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.11.008>

#### ORCID

- V. Kotelevych  <https://orcid.org/0000-0002-5886-1917>  
 S. Huralska  <https://orcid.org/0000-0001-7383-1989>  
 V. Honcharenko  <https://orcid.org/0000-0002-2183-8828>



© 2023 Kotelevych V. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



## Histological, histochemical and ultrastructural changes in the kidneys and live of Red-eared sliders (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) as a result of Gentamicin parenteral injection

R. Dankovych | V. Chuliuk✉

### Article info

Correspondence Author

V. Chuliuk

E-mail:

[danco1802@gmail.com](mailto:danco1802@gmail.com)

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Pekarska Str., 50, Lviv, 79010, Ukraine

**Citation:** Dankovych, R., & Chuliuk, V. (2023). Histological, histochemical and ultrastructural changes in the kidneys and live of Red-eared sliders (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) as a result of Gentamicin parenteral injection. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 113–118. doi: 10.31210/spi2023.26.03.20

Reptiles belonging to the vertebrate poikilothermic animals quite often contract non-communicable, infectious and invasive diseases. The principles of treatment of reptiles differ significantly from drug therapy for mammals and birds. For the purpose of studying the nephro- and hepatotoxic effects of aminoglycosides, histological, histochemical and ultrastructural examinations of the kidneys and liver of Red-eared slider were conducted. The turtles were injected with gentamicin at a dose of 10 mg/kg into thoracic limb muscles. Histological sections were made using a sledge microtome and a cryostat. The histological sections were stained with hematoxylin and eosin as well as Sudan III, and the PAS staining was performed according to McManus. For the detection of DNA and RNA, the methyl green and pyronin staining according to Brachet was performed. The kidneys examination of Red-eared slider, which received gentamicin, revealed that most of the capillary loops of the renal glomeruli were spasmodic while the glomerular basement membranes were thickened and intensely PAS-positive. In some renal glomeruli, deformation and fusion of the adjacent haemocapillary loops were discovered. Transmission electron microscopy revealed structural changes in the filtration barrier, characterised by heterogeneous size of the cytoplasmic fenestras of the renal glomerular endothelial cells, swelling of cytopedicles and heterogeneous reduction in the width of filtration slits. The mesangial matrix was expanded, thickened, and hypercellular. Tubular damage of the renal tubuli was most pronounced in the proximal segments of the nephron and was characterised by the development of hyaline-drop and, in some nephrocytes, vacuolar dystrophy, necrosis and apoptosis. Ultrastructural examination of the proximal tubuli revealed destruction of the brush border, accumulation of cytosomes and phagosomes in the cytoplasm, damage to mitochondria. Degenerative changes in hepatocytes were characterised by a decrease in the number of glycogen granules, destruction of the rough endoplasmic reticulum ribosomes and a reduced RNA content of the cytoplasm of the hepatic parenchymal cells. Necrotic lesions of hepatocytes and the development of apoptosis were also detected. Dyscirculatory changes were characterised by the development of vessels hyperaemia of the venous bed of the liver.

**Keywords:** reptiles, gentamicin, toxicity, electron microscopic examinations, endotheliocyte, microstructure.

## Гістологічні, гістохімічні, ультраструктурні зміни нирок та печінки червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) при парентеральному введенні гентаміцину

Р. С. Данкович | В. І. Чулюк

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З Гжицького м. Львів, Україна

У плазунів, які належать до хребетних пойкилотермних тварин, досить часто реєструються незаразні, інфекційні та інвазійні хвороби. Принципи лікування плазунів значно відрізняються від медикаментозної терапії у ссавців та птахів. З метою вивчення нефро- та гепатотоксичної дії аміноглікозидів, проведено гістологічне, гістохімічне та ультраструктурне дослідження нирок та печінки Червоновухих прісноводних черепах, яким в м'язи грудної кінцівки вводили гентаміцин (в дозі 10 мг/кг). Виготовлення гістозрізів проводили за допомогою санного мікротома та мікротома-криостата. Гістозрізи фарбували гематоксином та еозином, суданом III, PAS-реакцію провели за Мак-Манусом. Для виявлення ДНК та РНК проводили фарбування метиловим зеленим та піроніном за Браше. У результаті проведеного дослідження нирок Червоновухих прісноводних черепах, яким вводили гентаміцин встановили, що більшість капілярних петель ниркових клубочка були спазмовані, гломерулярні базальні мембрани потовщені, інтенсивно PAS-позитивні. В окремих ниркових клубочках відзначали деформацію та злиття сусідніх петель гемокапілярів. За проведення трансмісійної електронної мікроскопії виявили структурні зміни в фільтраційному бар'єрі, які характеризувались неоднорідним розміром фенестр цитоплазми ендотеліальних клітин ниркових клубочків, набуханням цитопедикул та неоднорідним зменшенням ширини фільтраційних щілин. Мезангіальний матрикс був розширений, потовщений, гіперцелюлярний. Тубулярне пошкодження ниркових каналців були найбільш вираженими в проксимальному сегменті нефрону і характеризувалось розвитком гіаліново-крапельної, а в окремих нефроцитах вакуольної дистрофії, некрозом та апоптозом. За ультраструктурного дослідження в проксимальних каналцях виявили руйнування шітокової облямівки, нагромадження в цитоплазмі цитосом, фагосом, пошкодження мітохондрій. Дегенеративні зміни гепатоцитів супроводжувались зниженням кількості гранул глікогену, руйнуванням гранулярної ендоплазматичної сітки та зниженням вмістом РНК цитоплазми паренхіматозних клітин печінки. Також виявили некротичні ураження гепатоцитів, розвиток апоптозу. Дисциркуляторні зміни характеризувались розвитком гіперемії судин венозного русла печінки.

**Ключові слова:** рептилії, гентаміцин, токсичність, електронномікроскопічні дослідження, ендотеліоцит, мікроскопічна будова.

**Бібліографічний опис для цитування:** Данкович Р. С., Чулюк В. І. Гістологічні, гістохімічні, ультраструктурні зміни нирок та печінки червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) при парентеральному введенні гентаміцину. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 113–118.

## Вступ

Рептилії належать до хребетних пойкилотермних тварин, які в еволюційному відношенні є досить унікальною групою, представники якої успішно колонізували значну частину суші нашої планети, а також прісноводні водойми, моря та океани, а завдяки розвитку низки адаптацій до різноманітних умов існування, заселили деякі з найсуворіших і екологічно нестабільних екосистем на Землі (пустелі, болота, тощо) [1, 2].

У плазунів досить часто реєструються незаразні, інфекційні та інвазійні хвороби [3–5]. Слід зазначити, що патологічні стани рептилій можуть розвиватись під час перебування тварин в межах їх природного ареалу, їх частота значно зростає при неадекватних умовах утримання та неповноцінній годівлі в умовах зоопарків та домашніх тераріумів, скупченому утриманні, а також при транспортуванні плазунів [6–8].

Принципи лікування плазунів значно відрізняються від медикаментозної терапії у ссавців та птахів, що насамперед пов'язано з анатомічними та фізіологічними особливостями пойкилотермних тварин. Під час лікування інфекційних хвороб рептилій використовується гентаміцин, що володіє вираженою нефротоксичною, а також гепатотоксичною дією [9–11]. На сьогоднішній день нефрота гепатотоксичність аміноглікозидів в рептилій досліджена недостатньо. У зв'язку з цим, вивчення гістологічних, гістохімічних та ультраструктурних змін, які розвиваються в нирках та печінці Червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) за парентерального введення гентаміцину є актуальним питанням, яке має не лише наукове, але й практичне значення.

## Мета дослідження

Метою роботи було детально дослідити структурні зміни (гістологічні, гістохімічні, ультраструктурні) зміни, що розвиваються в нирках та печінці Червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) за парентерального введення гентаміцину.

## Матеріали і методи

Дослідження провели на статевозрілих Червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)). Дослід проведено в весняно-осінній період року. Для контролю підбирали клінічно здорових тварин (за принципом аналогів). Дослідні (n=4) та контрольні (n=4) тварини утримувались в оптимальних умовах мікроклімату. Годівля була збалансованою, відповідала критеріям, які рекомендовані для даного виду рептилій. Дослідним тваринам кожні 48 годин вводили гентаміцин в м'язи грудної кінцівки (в дозі 10 мг/кг). Тварин дослідної групи виводили з експерименту на 14 добу досліді. Під час проведення досліджень дотримувались рекомендацій “Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що

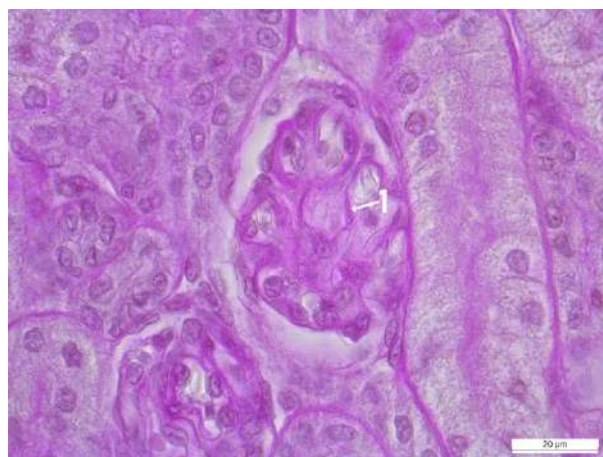
використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 18 березня, 1986 року)” [12].

Евтаназію черепах здійснювали за допомогою ін'єкції тіопенталу натрію в грудо-черевну порожнину (в дозі 100 мг/кг). Для гістологічного дослідження шматочки органів фіксували в 10% забуференому розчині нейтрального формаліну, рідині Карнуа і в 96% етиловому спирті. Виготовлення гістозрізів проводили за допомогою санного мікротома та мікротома-криостата. Гістозрізи фарбували гематоксиліном та еозинном, суданом III, PAS-реакцію провели за Мак-Манусом. Для виявлення ДНК та РНК гістозрізи фарбували метиловим зеленими та піроніном за Браше [13, 14]. Фотографування мікропрепаратів проводили з використанням мікроскопа Leica DM-2500 (Switzerland), фотокамери Leica DFC450C і програмного забезпечення Leica Application Suite Version.

Для проведення трансмісійної електронної мікроскопії фрагменти нирок та печінки фіксували у 2% розчині OsO<sub>4</sub> у фосфатному буфері (pH 7,36). Ультратонкі зрізи виготовляли за допомогою ультрамікротома УМП-3М, монтували на опорні сітки та контрастували у 2% розчині ураніацетату [15]. Електронномікроскопічне дослідження проводили за допомогою електронного мікроскопа ПЕМ-100-01.

## Результати та їх обговорення

У результаті проведеного дослідження нирок Червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)), яким парентерально вводили гентаміцин (в дозі 10 мг/кг) впродовж 14 днів, встановили, що в більшості ниркових тілець капілярні петлі були спазмовані, гломерулярні базальні мембрани потовщені, інтенсивно PAS-позитивні (рис. 1).

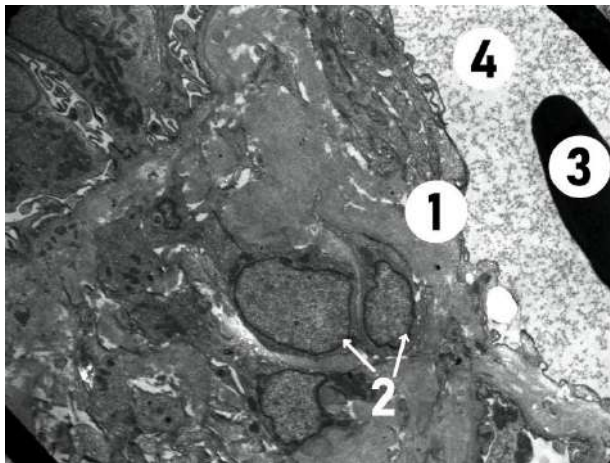


**Рис. 1.** Потовщення гломерулярної базальної мембрани ниркового клубочка та нагромадження в ній PAS-позитивних речовин (1).  
PAS-реакція за Мак-Манусом

Мезангіальний матрикс був розширений, гіперцелюлярний. У ниркових клубочках також відзначали злиття сусідніх петель гемокапілярів та їх деформацію. Лише в окремих гемокапілярах

ниркових клубочків візуалізувались еритроцити та маси плазми крові.

За проведення трансмісійної електронної мікроскопії виявили структурні зміни в фільтраційному бар'єрі, які характеризувались потовщенням гломерулярної базальної мембрани (рис. 2), неоднорідним розміром фенестр цитоплазми ендотеліальних клітин ниркових клубочків (переважна більшість фенестр були звужені, лише в окремих з них візуалізувався просвіт).



**Рис. 2.** Потовщення гломерулярної базальної мембрани ниркового клубочка (1), щільно розташовані ядра мезангіальних клітин (2). Еритроцит (3) та плазма крові (4) в просвіті гемокапілярів ниркового клубочка (4).  
*Електроннограма ×2200*

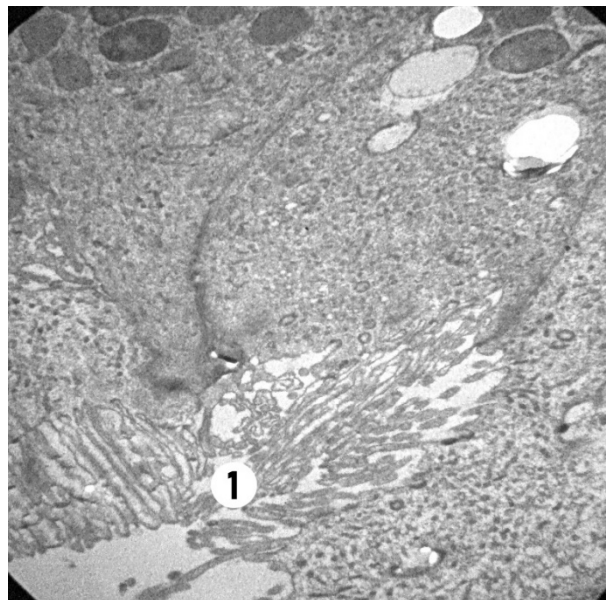
Також спостерігали ураження подоцитів, які характеризувались набуханням та злиттям окремих відростків цих клітин, що спричиняло формування ділянок суцільної цитоплазми подоцитів. Цитопедикли подоцитів також неоднорідно потовщувались, що супроводжувалось зміною розміру (переважно неоднорідним звуженням) фільтраційних щілин. Щілинні діафрагми мали неоднорідну електронну щільність. У розширеному мезангіальному матриксі локалізувались щільно розташовані ядра мезангіоцитів.

В каналцевому сегменті нефрона виявили альтеративні зміни нефроцитів, що були найбільш вираженими в проксимальних каналцях. В окремих нефроцитах проксимальних каналців цитоплазма містила дрібні інтенсивноосміофільні ацидофільні гіаліноподібні краплі. Кількість PAS-позитивних речовин в ділянці щіткової облямівки проксимальних каналців знижувалась, лише в окремих ділянках щіткової облямівки спостерігали вогнищеve нагромадження PAS-позитивних речовин. Окрім цього, в деяких нефроцитах проксимальних та дистальних каналців цитоплазма була просвітлена, неоднорідно ваколізована, що свідчить про розвиток вакуольної дистрофії. У зазначених ділянках ваколізованої цитоплазми нефроцитів нейтральних жирів не виявили. При фарбуванні гістозрізів метиловим зеленим та піроніном за Браше в дистрофічно змінених нефроцитах відзначали зниження піронінофільності цитоплазми.

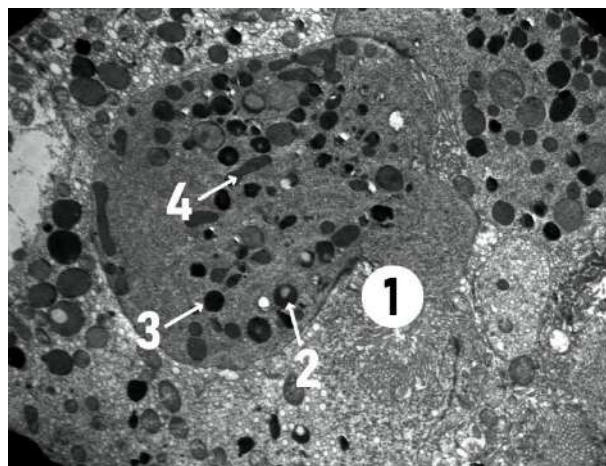
Також реєстрували розвиток некротичних змін каналцевого епітелію. Ядра некротизованих

епітеліоцитів зазнавали пікнотичних змін, а некротизовані епітеліоцити десквамувались в просвіт ниркових каналців, у якому також нагромаджувались ацидофільні маси. У проксимальних каналцях спостерігали появу апоптичних тілець.

За електронномікроскопічного дослідження встановили, що дегенеративні зміни нефроцитів проксимальних каналців супроводжувались вогнищевою деструкцією щіткової облямівки (рис. 3 та 4).



**Рис. 3.** Вогнищева деструкція щіткової облямівки (1) епітеліоцита проксимального каналця.  
*Електроннограма × 4000*



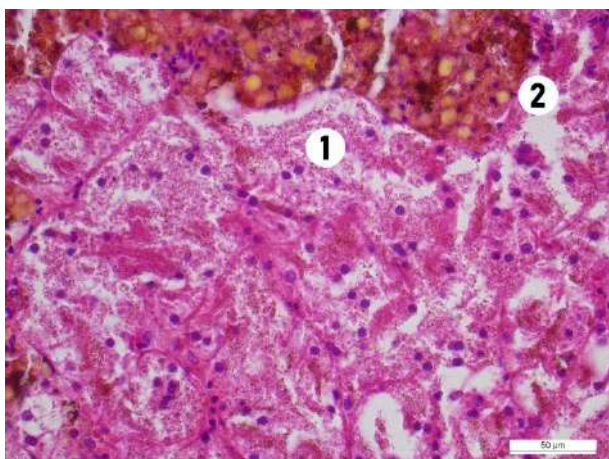
**Рис. 4.** Вогнищева деструкція щіткової облямівки (1) проксимального каналця. Значна кількість фагосом (2), лізосом (3) в цитоплазмі епітелію проксимального каналця. Деструкція крист мітохондрій (4).  
*Електроннограма × 2200*

За розвитку дегенеративних змін нефроцитів за типом гіаліново-крапельної дистрофії в цитоплазмі нефроцитів нагромаджувалась значна кількість лізосом, фагосом, цитосом, що були заповнені матеріалом високої електронної щільності або гетероморфним вмістом (рис. 4). Дегенеративні зміни супроводжувались розширенням каналців гладкої та гранулярної ендоплазматичної сітки, деструкцією рибосом, набуханням мітохондрій, деструкцією їх крист. Базальна мембрана в проксимальних каналцях неоднорідно

потовщувалась. За вакуольної дистрофії в цитоплазмі нефроцитів візуалізувались ваколі, що були заповнені електронно-світлим вмістом.

За розвитку некротичних змін нефроцитів ядро епітеліоцита зменшувалось в об'ємі, переповнювалось інтенсивноконденсованим хроматином, цитоплазма та цитоплазматичні органели зазнавали вираженої деструкції, візуалізувались лише їх фрагменти.

При гістологічному дослідженні печінки черепах, яким парентерально вводили гентаміцин, виявляли розвиток альтеративних змін гепатоцитів, а також дисциркуляторні зміни. Унаслідок розвитку дегенеративних та некротичних змін гепатоцитів в окремих ділянках відзначали дисконкомпексацію гістологічної структури печінки (рис. 5).



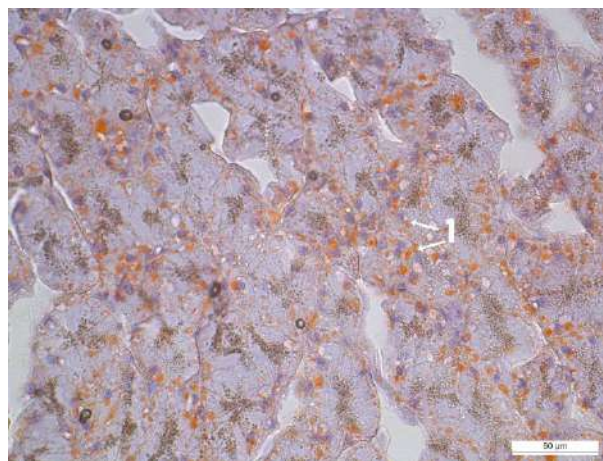
**Рис. 5.** Дисконкомпексація (1) гістоструктури печінки. Зниження щільності розташування меланомacroфагальних комплексів (2).  
*Гематоксилін та еозин*

У порівнянні з контролем реєстрували зменшення кількості та зниження щільності розташування меланомacroфагальних комплексів. Слід зазначити, що фізіологічним явищем у черепах є наявність значної кількості нейтральних жирів в цитоплазмі гепатоцитів. За розвитку дегенеративних змін, що були спричинені парентеральним введенням гентаміцину, виявили неоднорідне, а подекуди досить виражене зменшення вмісту в цитоплазмі гепатоцитів жирових вакуолей, що виявили при фарбуванні гісто-зрізів, які були виготовлені на мікротомі-криостаті та пофарбовані суданом III (рис. 6).

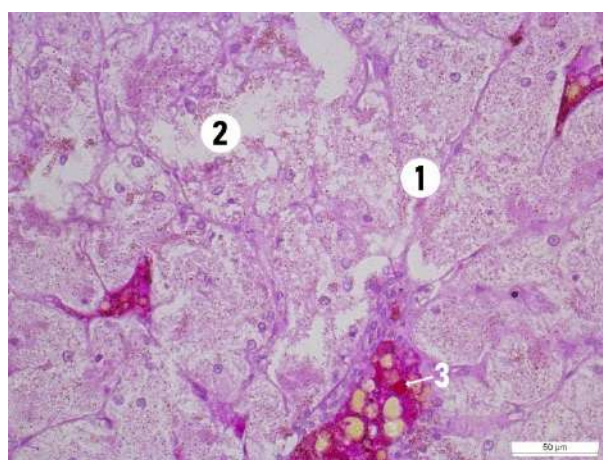
Окрім цього, в цитоплазмі гепатоцитів виразно знижувався вміст глікогену, що було виявлено за проведення PAS-реакції (рис. 7), а також за трансмісійної електронної мікроскопії.

При гістохімічному виявленні РНК та ДНК (за фарбування метиловим зеленим та піроніном за Браше) цитоплазма гепатоцитів у черепах, яким парентерально вводили гентаміцин, була менш піронінофільною (рис. 8), у порівнянні з контролем.

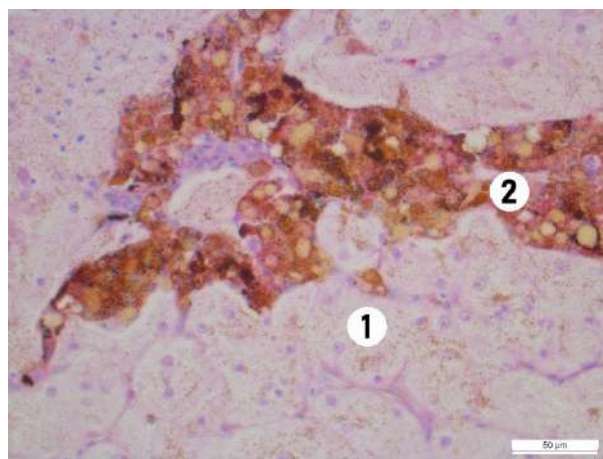
За проведення трансмісійної електронної мікроскопії печінки виявили просвітлення матриксу цитоплазми окремих гепатоцитів, деструкцію рибосом гранулярної ендоплазматичної сітки (рис. 9).



**Рис. 6.** Виражене зменшення кількості жирових вакуолей (1) в цитоплазмі гепатоцитів.  
*Судан III.*



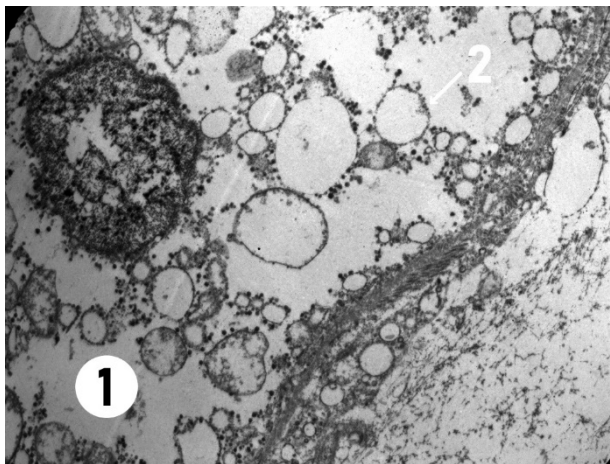
**Рис. 7.** Зменшення кількості глікогену (1) в цитоплазмі гепатоцитів. Дисконкомпексація гістоструктури печінки (2). PAS-позитивні речовини в меланомacroфагальних комплексів (3).  
*PAS-реакція за Мак-Манусом*



**Рис. 8.** Незначна піронінофільність (1) цитоплазми гепатоцитів. Зниження щільності розташування меланомacroфагальних комплексів (2).  
*Метиловий зелений та піронін за Браше.*

Контури пошкоджених рибосом були нечіткими. Деякі рибосоми зазнавали лізису. Також у дослідних черепах виявили дисциркуляторні зміни, які характеризувались розширенням та переповненням

еритроцитами судин венозного русла. Окрім дегенеративних змін, виявляли некротичні ураження гепатоцитів унаслідок яких реєстрували пікноз ядра та виражена деструкцію цитоплазми. В печінці подекуди локалізувались поодинокі апоптичні тільця, що вказує на розвиток апоптозу за парентерального введення гентаміцину.



**Рис. 9.** Просвітлення матриксу цитоплазми гепатоцитів (1). Деструкція рибосом гранулярної ендоплазматичної сітки (2).  
*Електронограма × 4500*

Гентаміцин належить до аміноглікозидів II покоління, володіє нефро- та гепатотоксичною дією [16, 17, 18, 19]. Слід зазначити, що більшість аміноглікозидів, в тому числі гентаміцин, виводяться нирками шляхом клубочкової фільтрації [20, 21]. При цьому в ниркових клубочках розвиваються структурні зміни, які також були виявлені в процесі проведеного нами дослідження. Зокрема, ми спостерігали звуження та деструкцію капілярних петель ниркових клубочків, а також ураження структурних компонентів фільтраційного бар'єру, що характеризувались звуженням фенестр в ендотелії, потовщенням гломерулярної базальної мембрани та обмеженням просвіту фільтраційних щілин. На нашу думку, описані структурні зміни, що індуковані парентеральним введенням гентаміцину, негативно впливають на клубочкову фільтрацію в нирках.

Ще більш виражені структурні зміни виявили в ниркових каналцях, що характеризувалась некротичними змінами епітелію проксимальних, в дещо меншій мірі дистальних каналців. Також відзначали розвиток апоптозу нефроцитів. На нашу думку, домінуючими та найбільш вираженими змінами, які виникають за парентерального введення, є альтеративні зміни в епітелії проксимальних каналців.

Окрім гентаміцинової нефропатії ми також виявили ураження печінки, яке характеризувалось альтеративними змінами гепатоцитів, які супроводжувались зниженням вмісту глікогену та РНК в цитоплазмі паренхіматозних елементів. Також реєстрували розвиток дисциркуляторних процесів.

Розвиток дегенеративних процесів в печінці, які супроводжувались зниженням вмісту глікогену в цитоплазмі гепатоцитів у своїх дослідженнях при дії гентаміцину встановили [22]. При проведенні гісто-

хімічних досліджень (PAS-реакції) ми також виявили зниження вмісту глікогену в цитоплазмі гепатоцитів за парентерального введення гентаміцину. Під час проведення трансмісійної електронної мікроскопії також зареєстрували зниження кількості гранул глікогену в цитоплазмі гепатоцитів. Окрім цього, пошкодження гепатоцитів супроводжувалось деструкцією рибосом гранулярної ендоплазматичної сітки. Рибосоми у своєму складі містять значну кількість РНК. Наслідком руйнування рибосом було зниження піронінофільності цитоплазми гепатоцитів, яку ми виявили при проведенні гістохімічного виявлення РНК та ДНК метиловим зеленим та піроніном за Брасе.

## Висновки

У результаті проведеного гістологічного, гістохімічного та ультраструктурного дослідження нирок та печінки черепах, яким парентерально вводили гентаміцин, встановлено ураження ниркових тілець, що супроводжувались змінами структурних компонентів фільтраційного бар'єру, розширенням мезангіального матриксу, збільшенням кількості мезангіальних клітин, спазмом капілярних петель більшості ниркових клубочків, а також вираженими альтеративними змінами ниркових каналців. Тубулярне пошкодження ниркових каналців були найбільш вираженими в проксимальному сегменті нефрону і характеризувались розвитком гіаліновокрапельної, а в окремих ділянках каналців вакуольної дистрофії нефроцитів, їх некрозом та апоптозом.

У печінці зафіксовано розвиток дисциркуляторних змін (венозної гіперемії), зниження щільності розташування меланомacroфагальних комплексів, розвиток дегенеративних, некротичних та апоптичних змін гепатоцитів. Альтеративні зміни гепатоцитів супроводжувались деструкцією крист мітохондрій, рибосом гранулярної ендоплазматичної сітки, зниженням вмісту нейтральних жирів, глікогену та РНК в цитоплазмі гепатоцитів.

*Перспективи подальших досліджень* полягають у проведенні комплексного вивчення токсичності антибіотиків з метою встановлення безпечності та визначення оптимальних доз антибактеріальних препаратів для рептилій. Також потребують уточнення способи та ділянки введення антибіотиків в організм плазунів. Під час вивчення патогенезу патологічних процесів, які розвиваються у внутрішніх органах плазунів за дії антибіотиків необхідно використовувати комплекс клінічних та патологоанатомічних досліджень, з використанням імуногістохімічних методів.

## Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

## References

1. Pincheira-Donoso, D., Bauer, A. M., Meiri, S., & Uetz, P. (2013). Global Taxonomic Diversity of Living Reptiles. *PLoS ONE*, 8 (3), e59741. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059741>

2. Shine, R. (2005). Life-history evolution in reptiles. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 36 (1), 23–46. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.36.102003.152631>
3. Tul, O. I. (2020). Pathomorphological changes in the sand lizard (*Lacerta agilis*) organism during the associated course of escherichiosis and staphylococcosis. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 5, 192–197. <https://doi.org/10.31890/vtpp.2020.05.34>
4. Stepanenko, H. O. (2014). Rol metabolichnykh osteopatii u vynyknenni patolohichnykh perelomiv u reptylii. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny*, 13 (108), 240–242. [in Ukrainian]
5. Yermolenko, S. V., Gasso, V. Y., Spirina, V. A., & Huslysty, A. O. (2021). Influence of pyrethroid and neonicotinoid insecticides on lizards (Reptilia, Squamata) (a review). *Issues of Steppe Forestry and Forest Reclamation of Soils*, 50, 81–90. <https://doi.org/10.15421/442109>
6. Kotsyumbas, G. I., Dankovych, R. S., Stronskyi, Yu. S., Shcheben-tovska, O. M., & Zaitsev, O. O. (2012). *Khvoroby reptylii ta yikh patomorfologichna diahnozytika*. Lviv: Afisha [in Ukrainian]
7. Stoyanov, L. A., & Stoyanova, V. Yu. (2018). *Parasitic diseases of reptiles*. Dnipro.
8. Peredera, S. B., Skrypka, M. V., & Saulin, P. I. (2018). Patomorfologichni zminy v orhanakh vydilnoi systemy chervonovukhykh cherepakh za latentnoho perebihu asotsiovanoi infektsii. *Ahrarnyi Visnyk Prychornomia*, 91, 11–29 [in Ukrainian]
9. Balakumar, P., Rohilla, A., & Thangathirupathi, A. (2010). Gentamicin-induced nephrotoxicity: Do we have a promising therapeutic approach to blunt it? *Pharmacological Research*, 62 (3), 179–186. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2010.04.004>
10. Bulboacă, A. E., Porfire, A. S., Rus, V., Nicula, C. A., Bulboacă, C. A., & Bolboacă, S. D. (2022). Protective Effect of liposomal epigallocatechin-gallate in experimental gentamicin-induced hepatotoxicity. *Antioxidants*, 11 (2), 412. <https://doi.org/10.3390/antiox11020412>
11. Babaeenezhad, E., Nouryazdan, N., Nasri, M., Ahmadvand, H., & Moradi Sarabi, M. (2021). Cinnamic acid ameliorate gentamicin-induced liver dysfunctions and nephrotoxicity in rats through induction of antioxidant activities. *Heliyon*, 7 (7), e07465. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07465>
12. Riezniuk, O. (2001). Problemy etyky pry provedenni eksperymentalnykh medychnykh i biolohichnykh dosli-dzhen na tvarynakh. *Visnyk Natsionalnoi Akademii Nauk Ukrainy*, 11, 30–33. Retrieved from: [file:///D:/download/vnanu\\_2001\\_11\\_7.pdf](file:///D:/download/vnanu_2001_11_7.pdf) [in Ukrainian]
13. Mulisch, M., & Welsch, U. (Eds.). (2015). *Romeis - Mikroskopische Technik*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-55190-1>
14. Horalskyi, L. P., Khomych, V. T., & Kononskyi, O. I. (2015). *Osnovy histolohichnoi tekhniki i morfofunk-tsionalni metody doslidzhen u normi ta pry patolohii: navchalnyi posibnyk*. Zhytomyr: Polissia [in Ukrainian]
15. Glauert, A. M. (1975). *Fixation, dehydration and embedding of biological specimens: Practical methods in electron microscopy*. North-Holland: American Elsevier.
16. Montali, R. J., Bush, M., & Smeller, J. M. (1979). The Pathology of nephrotoxicity of Gentamicin in Snakes. *Veterinary Pathology*, 16 (1), 108–115. <https://doi.org/10.1177/030098587901600111>
17. Fauzi, A., Titisari, N., Sutarso, & Mellisa, V. (2020). Gentamicin nephrotoxicity in animal model: study of kidney histopathology and physiological functions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 465 (1), 012005. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/465/1/012005>
18. Mishra, R., & Shrivastava, V. K. (2019). Gentamicin induced hepatotoxicity an approach of hepatoprotection by Garlic. *International Journal of Scientific Research in Biological Sciences*, 5 (6), 150–156. <https://doi.org/10.26438/ijrsbs/v5i6.150156>
19. Mahmood, N., Haleh, M., Mohammad, P., Mohsen, F., & Hossein, K. J. (2014). Pathological changes of gentamicin in liver tissue and antioxidant property of cinnamon extract on Wistar Rats. *Biomedical & Pharmacology Journal*, 7 (1), 341–347. <https://doi.org/10.13005/bpj/496>
20. Doneley, B., Monks, D., Johnson, R., & Carmel, B. (2018) *Reptile medicine and surgery in clinical practice*. Wiley-Blackwell.
21. Mader, D. R. (2006). *Reptile Medicine and Surgery*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b0-7216-9327-x/x5001-9>
22. Stojiljkovic, N., & Stojiljkovic, M. (2006). Micromorphological and histochemical with gentamicin. *Acta Medica Medianae*, 45 (3), 24–28.

#### ORCID

R. Dankovych  <https://orcid.org/0000-0003-3254-0506>

V. Chuliuk  <https://orcid.org/0000-0002-3082-7215>



© 2023 Dankovych R. and Chuliuk V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Efficacy of treatment measures for rabbit passalurosis

A. Khorolskyi | V. Yevstafieva | V. Melnychuk✉

### Article info

Correspondence Author

V. Melnychuk

E-mail:

[melnychuk86@ukr.net](mailto:melnychuk86@ukr.net)

Poltava State Agrarian  
University,  
Skovorody Str., 1/3,  
Poltava, 36003,  
Ukraine

**Citation:** Khorolskyi, A., Yevstafieva, V., & Melnychuk, V. (2023). Efficacy of treatment measures for rabbit passalurosis. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 119–123. doi: 10.31210/spi2023.26.03.21

Helminthes of *Passalurus ambiguus* species are one of the most common parasites of the intestinal tract of domestic rabbits both on industrial rabbit farms and private farms. The most effective way to treat and prevent passalurosis in animals at present is the use of anti-helminthic preparations, where determining the degree of their anti-parasitic effect is a topical direction of research. This will make it possible to raise the effectiveness of maintaining well-being on rabbit farms and the animals' timely recovery from this infestation. The purpose of the study was to establish the effectiveness of treatment measures for rabbit passalurosis. The research was carried out on a private farm that was unfavorable as to passalurosis and on the basis of the Laboratory of Parasitology of Poltava State Agrarian University. The therapeutic efficacy of Brovermectin 1 % solution (the active substance is ivermectin), Brovalzen powder (the active substance is albendazole), Albendazole 7.5 % suspension (the active substance is albendazole) was tested in case of rabbit spontaneous passalurosis. It was established that on the 7th day of treatment, the indicators of extense-effectiveness and intense-effectiveness were, respectively: of Brovermectin 1 % – 50.0 and 64.31 %, Brovalzen powder – 70.0 and 82.63 %, Albendazole 7.5 % suspension – 60.0 and 60.9 %. On the 14th day of treatment, Brovalzen powder and Albendazole 7.5 % suspension turned out the most effective preparations for rabbit passalurosis, where the indicators of their extense-effectiveness and intense-effectiveness reached 100.0 %. A lower therapeutic effectiveness was registered when using Brovermectin 1 % solution, which was injected to diseased animals. Its extense-effectiveness and intense-effectiveness made 60.0 and 80.9 %, respectively. Moreover, the indicators of the intensity of passalurosis invasion on the 7th and 14th day of treatment were at the level of  $4.20 \pm 1.27$  and  $2.50 \pm 0.75$  eggs, and the indicators of the prevalence of passalurosis infection were 50.0 and 40.0 %, respectively. The obtained results of experimental studies allow recommend anti-helminthic oral preparations of domestic production Brovalzen powder and Albendazole 7.5 % suspension for effective treatment and prevention of rabbit passalurosis.

**Keywords:** parasitology, passalurosis, rabbits, treatment, anti-helminthics, effectiveness.

## Ефективність лікувальних заходів за пасалурозу кролів

А. А. Хорольський | В. О. Євстаф'єва | В. В. Мельничук

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава, Україна

Гельмінти виду *Passalurus ambiguus* є одними з найпоширеніших паразитів кишкового тракту домашніх кролів як в умовах промислових кролеферм, так і в умовах приватних господарств. Найефективнішим способом лікування та профілактики пасалурозу в тварин на даний час є застосування антигельмінтних препаратів, де визначення ступеня їх протипаразитарної дії є актуальним напрямом досліджень. Це дозволить підвищувати ефективність підтримання благополуччя в кролівничих господарствах та їх своєчасного оздоровлення за даної інвазії. Метою досліджень було встановити ефективність лікувальних заходів за пасалурозу кролів. Дослідження проводили в умовах неблагополучного щодо пасалурозу приватного господарства та на базі лабораторії паразитології Полтавського державного аграрного університету. Випробувано терапевтичну ефективність Бровермектину 1 % розчину (діюча речовина – івермектин), Бровальзен порошку (діюча речовина – альбендазол), Альбендазолу 7,5 % суспензії (діюча речовина – альбендазол) за спонтанного пасалурозу кролів. Встановлено, що на 7 добу лікування показники екстенсефективності та інтенсефективності становили відповідно: Бровермектину 1 % – 50,0 та 64,31 %, Бровальзен порошку – 70,0 та 82,63 %, Альбендазолу 7,5 % суспензії – 60,0 та 60,9 %. На 14 добу лікування найефективнішим препаратом за пасалурозу кролів виявилися Бровальзен порошок та Альбендазол 7,5 % суспензія, де показники їх екстенсефективності та інтенсефективності сягали 100,0 %. Меншу лікувальну ефективність встановлено при застосуванні Бровермектину 1 % розчину, який застосовали хворим тваринам ін'єкційно. Його екстенсефективність та інтенсефективність відповідно становили 60,0 та 80,9 %. Причому, показники інтенсивності пасалурозної інвазії на 7 та 14 добу лікування були на рівні  $4,20 \pm 1,27$  та  $2,50 \pm 0,75$  яєць, а показники екстенсивності пасалурозної інвазії – 50,0 та 40,0 % відповідно. Отримані результати експериментальних досліджень дозволяють рекомендувати антигельмінтні оральні препарати вітчизняного виробництва Бровальзен порошок та Альбендазол 7,5 % суспензія для ефективного лікування та профілактики за пасалурозу кролів

**Ключові слова:** паразитологія, пасалуроз, кролі, лікування, антигельмінтики, ефективність.

**Бібліографічний опис для цитування:** Хорольський А. А., Євстаф'єва В. О., Мельничук В. В. Ефективність лікувальних заходів за пасалурозу кролів. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 119–123.

## Introduction

Passalurosis is the dominating helminthiasis of gastro-intestinal tract of rabbits worldwide. On rabbit farms of various countries of the world, in particular in Ukraine, passalurosis infestation is one of the most wide spread parasitic invasions, where the infestation rate of rabbits can reach 90 % [1–6]. Anti-sanitary conditions for keeping rabbits, the use of inadequate feeds contribute to passalurosis spreading, and also significantly increase the animals' susceptibility to many other diseases. Economic losses because of passalurosis infestation consist of losses in live weight and reduced fleshiness of rabbit carcass [7–10].

The implementation of effective measures for the control and prevention of rabbit parasitic diseases is possible only after a thorough analysis of preparations available on the market, methods of their use, economic expediency, and easiness of use. Moreover, it is necessary to take into account the fact that at present there are scientific reports about the resistance of parasites to medicinal means. At the same time, the change in the response to the application of an anti-helminthic preparation can be manifested both in decreasing the number of helminthes sensitive to the drugs, and decreasing the time of their action, and therefore in decreasing therapeutic effectiveness and the need for their more frequent use. Such resistance of helminthes to the preparations used against them is a serious problem in maintaining well-being on farms [11–13].

In particular, researchers from Germany established the effect of albendazole and thiabendazole at a dose of 5 mg/kg of body weight on *Passalurus ambiguus*, and their 100 % effectiveness was registered [14]. Other authors note that in the therapy of rabbits suffering from passalurosis, the best effect was achieved using piperazine adipinate (200 mg/kg orally, twice with an interval of 14 days), fenbendazole (20 mg/kg orally, twice with an interval of 10 or 14 days), thiabendazole (100–200 mg/kg orally, once), mebendazole (20–50 mg/kg orally, once), oxibendazole (15 mg/kg orally, twice with an interval of 14 days). At the same time, the application of ivermectin at a dose of 0.4 mg/kg showed a complete ineffectiveness in rabbit passalurosis treatment [15–18].

**Table 1**

The scheme of application of anti-helminthic preparations to experimental rabbits

The group of rabbits, preparation	Active substance, mass fraction in %	Dose, times	Way of application
1 Brovermectin 1 % <sup>(1)</sup>	ivermectin, 10	0.2 ml/10 kg of body weight, one time	It was injected subcutaneously in the shoulder blade area
2 Brovalzen powder <sup>(1)</sup>	albendazole, 7.5	3 g/10 kg of body weight, one time	was fed individually together with feed
3 Albendazole 7.5 % suspension <sup>(2)</sup>	albendazole, 7.5	3 g/10 kg of body weight, one time	was given nutritionally individually

Notes: <sup>(1)</sup>"Brovapharma" LLC, Ukraine; <sup>(2)</sup>"O.L.KAR.-Agro-Zoo-Vet-Service", Ukraine.

The efficacy of anti-helminthic preparations was determined on the 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> day after their use based on the results of coproovoscopic examination of rabbits in the experimental and control groups. Helminth oovoscopy of the samples was carried out according to the generally accepted methodology [21], and the number of eggs was calculated. The main indicators of rabbits' infestation

There is also information about the high therapeutic efficacy of thiabendazole (50 mg/kg orally) and fenbendazole (10–20 mg/kg orally) twice with an interval of 10 to 14 days. As an alternative treatment, scholars recommend the use of piperazine individually (200 mg/kg orally, twice with an interval of 14 days) or in a group way (0.5–0.75 g/kg per day for 2 days). Piperazine can also be given together with water (100 mg/100 ml of water, twice with an interval of 10 days) [19, 20].

## The aim of the study

The aim of the studies was to establish the effectiveness of treatment measures for rabbit passalurosis.

To achieve the goal, the following *tasks* were solved: to determine the indicators of the prevalence and intensity of the passalurosis invasion in the process of the anti-helminthics' application; determine the efficacy indicators of Brovermectin 1 %, Brovalzen powder and Albendazole 7.5 % suspension for rabbit passalurosis treatment.

## Materials and methods

The work was carried out during 2023 in the conditions of a private farm (the village of Gogolevo, Myrhorod district, Poltava region), unfavorable for rabbit passalurosis, and on the basis of the Laboratory of Parasitology of Poltava State Agrarian University.

In order to determine the therapeutic effectiveness of anti-helminthics for passalurosis treatment, three experimental and one control group of rabbits, 10 heads in each, spontaneously infested with passalurises, were formed. During the research period, the rabbits in experimental and control groups were kept in similar conditions of handling and feeding.

The rabbits of the first experimental group were injected with Brovermectin 1 %, the second group was given Brovalzen powder, and the third group was given Albendazole 7.5 % suspension. The rabbits of the control group did not get anti-helminthic treatment. The method and doses of anti-helminthic preparations are given in the table 1.

with passalurises were the prevalence and intensity of infection (EI and II). The main indicators of the anti-helminthics action of were extenseeffectiveness and intenseeffectiveness (EE and IE, %).

The effectiveness was evaluated according to the following indicators: above 98 % – a highly effective medicine; 90–98 % – effective; 80–97 % – moderately

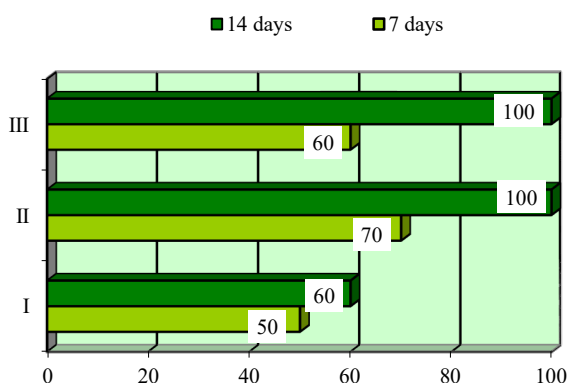


effective; below 80 % – insufficiently effective or ineffective.

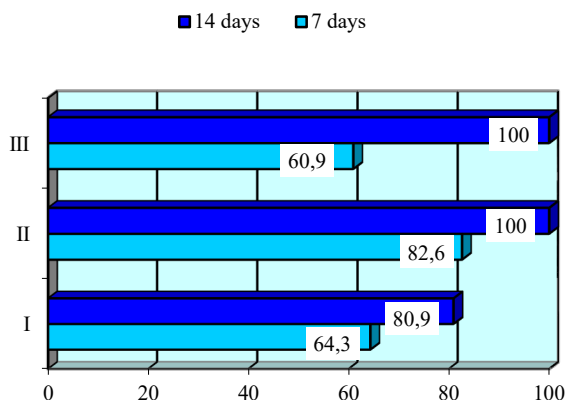
Mathematical analysis of the obtained data was performed using the Microsoft “EXCEL” applied programs’ package by determining the arithmetic mean (M) and standard error (m).

### Results and discussion

It was established by the conducted research that Brovalzen powder and Albendazole 7.5 % suspension were highly effective antihelminthic preparations, where the indicators of their extenseeffectiveness and intense-effectiveness on the 14<sup>th</sup> day of treatment reached 100 % (Fig. 1, 2).



**Fig. 1.** Indicators of extense-effectiveness (%) of anti-helminthics at rabbit passalurosis treatment:  
I – Brovermectin 1 %, II – Brovalzen powder,  
III – Albendazole 7.5% suspension



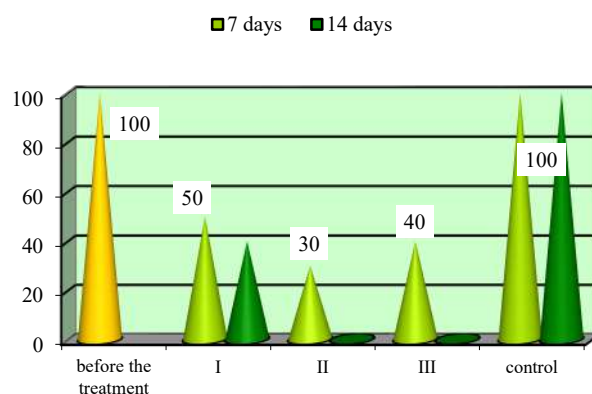
**Fig. 2.** Indicators of intense-effectiveness (%) of anti-helminthics at rabbit passalurosis treatment:  
I – Brovermectin 1 %, II – Brovalzen powder,  
III – Albendazole 7.5% suspension

Brovermectin 1 % preparation, which was injected to diseased animals, turned out to be insufficiently effective. Its extenseeffectiveness and intenseeffectiveness made 60.0 and 80.9 %, respectively.

It was established that on the 7<sup>th</sup> day of treatment, the indicators of extenseeffectiveness and intense-

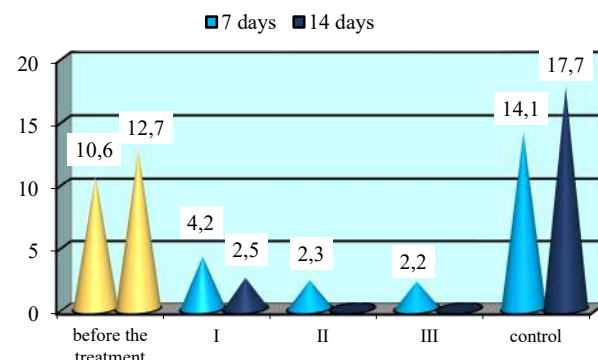
effectiveness were, respectively: of Brovermectin 1 % – 50.0 and 64.31 %, Brovalzen powder – 70.0 and 82.63 %, Albendazole 7.5 % suspension – 60.0 and 60.9 %.

Analyzing the indicators of the prevalence of passalurous infection during the treatment of rabbits suffering from passalurosis, it was found that in all experimental groups, the EI made 100 % before the treatment. In the 1st experimental group of animals treated with Brovermectin 1 %, the EI indicators made 50.0 % on the 7<sup>th</sup> day, 40.0% on the 14<sup>th</sup> day. In the II and III experimental groups of animals, which were treated with Brovalzen powder and Albendazole 7.5 % suspension, the EI indicators made 30.0 and 40.0%, respectively, on the 7<sup>th</sup> day. On the 14th day, according to coproovoscopic studies, no diseased animals were detected (Fig. 3).



**Fig. 3.** Indicators of the prevalence of passalurous infection (EI, %) in rabbits in the process of their treatment:  
I – Brovermectin 1 %, II – Brovalzen powder,  
III – Albendazole 7.5% suspension

Analyzing the indicators of the intensity of passalurous invasion in the process of treating rabbits suffering from passalurosis, it was found that before the treatment in the experimental and control groups, the II indicators ranged from 10.60±0.65 to 12.70±0.92 eggs (Fig. 4).



**Fig. 4.** Indicators of the intensity of passalurous invasion (II, eggs) in rabbits during their treatment:  
I – Brovermectin 1 %, II – Brovalzen powder,  
III – Albendazole 7.5% suspension

In the 1st experimental group of animals treated with Brovermectin 1%, the indicators of II made 4.20±1.27 eggs on the 7<sup>th</sup> day, 2.50±0.75 eggs on the 14<sup>th</sup>

day. In the second and third experimental groups of animals, which were treated with Brovalzen powder and Albendazole 7.5 % suspension, the indicators of II were  $2.33\pm 0.88$  and  $2.25\pm 0.47$  eggs, respectively, on the 7<sup>th</sup> day. In the control group of animals, the indicators of II were  $14.10\pm 0.87$  eggs on the 7<sup>th</sup> day and  $17.70\pm 0.97$  eggs on the 14<sup>th</sup> day.

According to literature sources, rabbit passalurosis is the most widespread nematode infestation of the gastro-intestinal tract in both domestic and wild rabbits [1, 2, 4, 5]. In view of this, it is relevant to test the available anti-helminthic preparations for rabbit passalurosis treatment. It was revealed by the conducted studies that domestically produced anti-helminthics Brovalzen powder and Albendazole 7.5 % suspension were the most effective drugs for rabbit passalurosis. Their efficacy indicators on the 14<sup>th</sup> day of the experiment reached 100 %. The high efficiency of preparations based on Albendazole is evidenced by researchers from Germany, who proved 100 % effectiveness of Albendazole and Thiabendazole at a dose of 5 mg/kg of body weight against *Passalurus ambiguus* parasitizing in rabbits [14]. At the same time, according to the results of the conducted studies, it has been determined that Brovermectin 1 % is insufficiently effective in the treatment of rabbits infested with passalurosis. Its extense- and intense-effectiveness on the 14<sup>th</sup> day of treatment made 60.0 and 80.9 %, respectively. The low efficacy of applying Ivermectin at a dose of 0.4 mg/kg for rabbit passalurosis is evidenced by some authors [19].

The obtained results of experimental researches allow recommend anti-helminthic oral preparations Brovalzen powder and Albendazole 7.5 % suspension produced in Ukraine for effective treatment and prevention of rabbit passalurosis.

## Conclusions

The high anti-helminthic efficacy of Brovalzen powder and Albendazole 7.5 % suspension for rabbit passalurosis treatment has been proven. Their extense- and intense-effectiveness on the 14<sup>th</sup> day of treatment reached 100 %. Brovermectin 1 % anti-helminthic preparation, which was injected to diseased animals, turned out to be insufficiently effective. Its extense- and intense-effectiveness on the 14<sup>th</sup> day of treatment made 60.0 and 80.9 %, respectively. When using Brovermectin 1%, the indicators of the intensity of passalurous invasion on the 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> day of rabbits' treatment were at the level of  $4.20\pm 1.27$  and  $2.50\pm 0.75$  eggs, and the indicators of the prevalence of passalurous infection were 50.0 and 40.0 %, respectively.

*Prospects for further research.* The prospects for further research are determining the effectiveness of anti-helminthics in case of rabbit passalurosis based on the results of postmortem diagnostics.

## Conflict of interest

The authors state that there is no conflict of interest.

## References

- Boag, B., & Iason, G. (1986). The occurrence and abundance of helminth parasites of the mountain hare *Lepus timidus* (L.) and the wild rabbit *Oryctolagus cuniculus* (L.) in Aberdeenshire, Scotland. *Journal of Helminthology*, 60 (2), 92–98. <https://doi.org/10.1017/s0022149x00008312>
- De Jong, Y., Verbeek, M., Michelsen, V., Bjorn, P., de P., Los, W., Steeman, F., Bailly, N., Basire, C., Chylarecki, P., Stloukal, E., Hagedorn, G., Wetzel, F. T., Glöckler, F., Kroupa, A., Korb, G., Hoffmann, A., Häuser, C., Kohlbecker, A., Müller, A., Güntsch, A., Stoev, P., & Penev, L. (2014). Fauna Europaea – all European animal species on the web. *Biodiversity Data Journal*, 2, e4034. <https://doi.org/10.3897/BDJ.2.e4034>
- Frank, R., Kuhn, T., Mehlhorn, H., Rueckert, S., Pham, D., & Klimpel, S. (2013). Parasites of wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) from an urban area in Germany, in relation to worldwide results. *Parasitology Research*, 112 (12), 4255–4266. <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3617-7>
- Mykhailiutenko, S. M., Kruchynenko, O. V., Klymenko, O. S., Serdioucov, J. K., Dmytrenko, N. I., & Tkachenko, V. V. (2019). Pathomorphological changes in the large intestine of rabbits parasitised by *Passalurus ambiguus* (Nematoda, Oxyuridae). *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10 (1), 69–74. <https://doi.org/10.15421/021911>
- Foronda, P., Valladares, B., Lorenzo-Morales, J., Ribas, A., Feliu, C., & Casanova, J. C. (2003). Helminths of the wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in Macaronesia. *Journal of Parasitology*, 89 (5), 952–957. <https://doi.org/10.1645/GE-3048>
- Boag, B., Lello, J., Fenton, A., Tompkins, D. M., & Hudson, P. J. (2001). Patterns of parasite aggregation in the wild European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *International Journal for Parasitology*, 31(13), 1421–1428. [https://doi.org/10.1016/s0020-7519\(01\)00270-3](https://doi.org/10.1016/s0020-7519(01)00270-3)
- Ashmawy, K. I., El-Sokkary, M. Y., Abu-Akkada, S. S., & Dewair, A. W. (2010). Incidence of *Passalurus ambiguus* in domestic rabbits in Behera Province. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, 30, 115–120.
- Rinaldi, L., Russo, T., Schioppi, M., Pennacchio, S., & Cringoli, G. (2007). *Passalurus ambiguus*: new insights into copromicroscopic diagnosis and circadian rhythm of egg excretion. *Parasitology Research*, 101, 557–561. <https://doi.org/10.1007/s00436-007-0513-z>
- Eira, C., Torres, J., Miquel, J., & Vingada, J. (2007). The helminth parasites of the wild rabbit *Oryctolagus cuniculus* and their effect on host condition in Dunas de Mira, Portugal. *Journal of Helminthology*, 81 (3), 239–246. <https://doi.org/10.1017/S0022149X07727426>
- Hobbs, R. P., Twigg, L. E., Elliot, A. D., & Wheeler, A. G. (1999). Evaluation of the association of parasitism with mortality of wild European rabbits *Oryctolagus cuniculus* (L.) in Southwestern Australia. *The Journal of Parasitology*, 85 (5), 803. <https://doi.org/10.2307/3285814>
- Coles, G. C. (2006). Drug resistance and drug tolerance in parasites. *Trends in Parasitology*, 22 (8), 348. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2006.05.013>
- Shalaby, H. A. (2013). Anthelmintics Resistance; How to Overcome it?. *Iranian Journal of Parasitology*, 8 (1), 18–32.
- Alowanou, G. G., Adenilè, A. D., Akouèdegni, G. C., Bossou, A. C., Zinsou, F. T., Akakpo, G.-C. A., Kifouly, H. A., Rinaldi, L., von Samson-Himmelstjerma, G., Cringoli, G., & Hounzangbé-Adoté, S. (2021). A comparison of Mini-FLOTAC and McMaster techniques in detecting gastrointestinal parasites in West Africa Dwarf sheep and goats and crossbreed rabbits. *Journal of Applied Animal Research*, 49 (1), 30–38. <https://doi.org/10.1080/09712119.2021.1876703>
- Barth D. (1974). Die Wirksamkeit von Thiabendazol gegenüber *Passalurus ambiguus* (Rudolphi, 1819) beim Hauskaninchen [Effect of thiabendazole on *Passalurus ambiguus* (Rudolphi 1819) in domestic rabbits]. *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift*, 81 (20), 489–491.
- Hillyer, V. E., & Quesenberry, E. K. (1997). *Ferrets, rabbits, and rodents. clinical medicine and surgery. 3rd edition.* (pp. 232–245). USA Philadelphia: W. B. Saunders Company.
- Brown, S. (1993). Rabbit drug dosages. *Rabbit Health News*, 10, 6–7.
- Tsui, T. L. H., & Patton, M. N. (1991). Comparative efficiency of subcutaneous injection doses of ivermectin against *Passalurus ambiguus* in rabbits. *Journal of applied Rabbit Research*, 14, 266–269.

18. Ilić, T., Stepanović, P., Nenadović, K., & Dimitrijević, S. (2018). Improving agricultural production of domestic rabbits in Serbia by follow-up study of their parasitic infections. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 19 (4), 290–297.
19. Suckow, M. A., Stevens, K. A., & Wilson, R. P. (2012). *The Laboratory rabbit, guinea pig, hamster, and other rodents*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/c2009-0-30495-x>
20. Manning, P. J., Ringler, D. H., & Newcomer, C. E. (1994). *The biology of the laboratory rabbit*. (1994). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/c2009-0-02399-x>
21. Dahno, I. S., & Dahno, Ju. I. (2010). *Ekologichna gel'mintologija*. Sumi: Kozackij Val

#### ORCID

- A. Khorolskyi  <https://orcid.org/0000-0001-6122-3353>
- V. Yevstafieva  <https://orcid.org/0000-0003-4809-2584>
- V. Melnychuk  <https://orcid.org/0000-0003-1927-1065>



2023 Khorolskyi A. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Certain species of nematodes of the digestive organs of mammals from the hare family (Leporidae Fischer de Waldheim, 1817)

L. Korchan  | N. Shcherbakova | S. Kulynych

### Article info

Correspondence Author  
L. Korchan  
E-mail:  
[korchan198@gmail.com](mailto:korchan198@gmail.com)Poltava State Agrarian  
University,  
Skovorody Str., 1/3,  
Poltava, 36003,  
Ukraine

**Citation:** Korchan, L., Shcherbakova, N., & Kulynych, S. (2023). Certain species of nematodes of the digestive organs of mammals from the hare family (Leporidae Fischer de Waldheim, 1817). *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 124–132. doi: 10.31210/spi2023.26.03.22

Leporidae Fischer de Waldheim 1817 is a small family of mammals, which today includes about 70 species of animals. Despite the small species diversity, these animals are quite common throughout the world. The widespread distribution of this family is facilitated by their extraordinary fecundity. Knowing this, human has used this biological property of animals for himself with maximum benefit and is now able to obtain valuable food products and raw materials for various types of industry from rabbits that are bred on an industrial scale. Today, human use these animals in a variety of ways, including: to obtain food and raw materials for the leather industry; in medical, veterinary, genetic and other fields – as a test object for conducting various experimental studies; in decorative animal husbandry, which aims to use decorative rabbits as companion animals that are kept as pets. Also, these animals surround us in nature – we are talking about hares. So, lagomorphs have a closer contact with humans than it seems at first glance. Accordingly, like all living organisms, these animals can be affected by pathogens of various diseases, including those of parasitic etiology. Therefore, the purpose of the conducted literature review was to characterize in more detail the nematode fauna of the digestive organs of mammals from the hare family. According to the results of the analysis of a large number of sources of scientific literature, it was established that all diseases of lagomorphs are caused by nematodes of the digestive organs, which can be divided into 3 categories: 1 – diseases that are extremely common throughout the world (passalurosis caused by nematodes *Passalurus ambiguus* Rudolphi, 1819 and *Passalurus nonanulatus* Skinker, 1931; graphidiosis – caused by *Graphidium strigosum* Dujardin, 1845; trichostrongylosis – to a greater extent, the causative agent of which for hares and rabbits is *Trichostrongylus retortaeformis* Zeder, 1800); 2 – diseases with a small distribution (trichurosis caused by pathogens *Trichuris leporis* Frölich, 1789 and *Trichuris sylvilagi* Tiner, 1950; baylisascariosis, strongyloidosis, nematodirosis and obeliscoidosis – caused by nematodes *Baylisascaris procyonis* Stefanski & Zarnowski, 1951) *Strongyloides papillosus* Wedl, 1856, *Nematodiroides zembrae* Bernard, 1965 and *Obeliscoides cuniculi* Graybill, 1923, respectively); 3 – diseases that are potentially dangerous for rabbits (haemonchosis, ostertagiosis and hepaticolosis caused by nematodes *Haemonchus contortus* Rudolphi, 1803, *Ostertagia ostertagi* Stiles, 1892 Ransom, 1907 and *Capillaria hepatica* Bancroft, 1893, respectively). Therefore, the analysis of literary sources has both theoretical and practical significance for scientists and veterinary and biological specialists, because it reveals new data on nematodes of the digestive organs of mammals of the hare family and complements the existing information.

**Keywords:** hare family, rabbits, hares, parasitology, nematodes of digestive organs.

## Окремі види нематод органів травлення ссавців з родини зайцевих (Leporidae Fischer de Waldheim, 1817)

Л. М. Корчан | Н. С. Щербакова | С. М. Кулинич

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава, Україна

Зайцеві (Leporidae) Fischer de Waldheim 1817 – невелика за чисельністю родина ссавців, яка на сьогодні включає близько 70 видів тварин. Незважаючи на незначне видове різноманіття, ці тварини є досить поширеними в усьому світі. Широкому розповсюдженню цієї родини сприяє їх надзвичайна плодючість. Знаючи це, людина з максимальною користю використала для себе цю біологічну властивість тварин й нині має змогу отримувати цінні продукти харчування та сировину для різних видів промисловості від кролів, яких розводять у промислових масштабах. На сьогодні людина використовує цих тварин найрізноманітнішим чином, зокрема: для отримання продуктів харчування та сировини для шкіряної промисловості; у медичній, ветеринарній, генетичній та інших галузях – як тест-об'єкт для проведення різноманітних експериментальних досліджень; у декоративному тваринництві, що має на меті використання декоративних кроликів як тварин-компаньйонів, яких утримують як домашніх улюбленців. Також ці тварини оточують нас у природі – мова йдеться про зайців. Отже, зайцеподібні мають більш тісний контакт з людиною, ніж здається на перший погляд. Відповідно, як і всі живі організми, ці тварини здатні уражатися збудниками різних хвороб, у тому числі й паразитарної етіології. Тому метою проведеного літературного огляду було більш детально охарактеризувати фауну нематод органів травлення ссавців з родини зайцевих. За результатами аналізу великої кількості джерел наукової літератури встановлено, що всі хвороби зайцеподібних викликані нематодами органів травлення, можна поділити на 3 категорії: 1 – хвороби, що є надзвичайно поширеними в усьому світі (пасалуроз, викликаний нематодами *Passalurus ambiguus* Rudolphi, 1819 та *Passalurus nonanulatus* Skinker, 1931; графідіоз – викликаний *Graphidium strigosum* Dujardin, 1845; трихостронгільоз – в більшій мірі збудником якого для зайців та кролів є *Trichostrongylus retortaeformis* Zeder, 1800); 2 – хвороби, що мають незначне поширення (трихуроз, викликаний збудниками *Trichuris leporis* Frölich, 1789 та *Trichuris sylvilagi* Tiner, 1950; байлісаскаріоз, стронгілоїдоз, нематодіроз та обеліскоїдоз – викликані нематодами *Baylisascaris procyonis* Stefanski & Zarnowski, 1951) *Strongyloides papillosus* Wedl, 1856, *Nematodiroides zembrae* Bernard, 1965 та *Obeliscoides cuniculi* Graybill, 1923 відповідно); 3 – хвороби, що є потенційно небезпечними для зайцеподібних (гемонхоз, остертагіоз та гепатикольоз, що викликані нематодами *Haemonchus contortus* Rudolphi, 1803, *Ostertagia ostertagi* Stiles, 1892 Ransom, 1907 та *Capillaria hepatica* Bancroft, 1893 відповідно). Отже, здійснений аналіз літературних джерел має як теоретичне, так і практичне значення для науковців та фахівців ветеринарного та біологічного профілю, адже розкриває нові дані щодо нематодозів органів травлення ссавців родини зайцевих та доповнює вже існуючу інформацію.

**Ключові слова:** родина зайцевих, кролі, зайці, паразитологія, нематоли органів травлення.

**Бібліографічний опис для цитування:** Корчан Л. М., Щербакова Н. С., Кулинич С. М. Окремі види нематод органів травлення ссавців з родини зайцевих (Leporidae Fischer de Waldheim, 1817). *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 124–132.

Кролики – тварини з родини зайцеподібних, які наразі використовуються людиною у багатьох цілях. Зокрема, кролики є найбільш поширеними лабораторними тваринами, що застосовуються у всьому світі в різноманітних експериментальних дослідженнях. Так, кроликів використовують в різних імунологічних дослідженнях, оскільки їх імунна система здатна розпізнавати набагато більшу різноманітність антигенів порівняно з такими гризунами, як миші чи щури. Кролики також є набагато більшими тваринами, тому вони здатні виробляти більшу кількість антитіл без шкоди для тварини. Виробництво антитіл і дослідження на кроликах проводять з метою проведення лікувальних заходів за Covid-19, хвороби, спричиненої SARS-Cov-2 [1, 2].

Варто зазначити, що кролики були першою тваринною моделлю для вивчення атеросклерозу, накопичення жирів, холестерину та інших речовин у стінках артерій. Це пов'язано з тим, що кролики досить чутливі до дієти з високим вмістом холестерину і реагують так само, як люди, що робить їх ідеальною моделлю для дослідження атеросклерозу [3, 4].

Історично, для розробки вакцини Луї Пастера від сказу використовувалися кролики. Сьогодні вони все ще відіграють фундаментальну роль у боротьбі з інфекційними захворюваннями. Фізіологія кроликів подібна до людської, і кролики страждають багатьма захворюваннями аналогічними людським [5, 6].

Дослідження на кроликах залишаються ключовими в багатьох аспектах медичних досліджень, включаючи рак, глаукому, вушні інфекції, інфекції очей, захворювання шкіри, кісток, діабет, емфізему, тощо [7–10].

Слід зауважити, що цінність даного виду тварин проявляється не лише у використанні їх як біологічної моделі для експериментальних досліджень, але й для отримання дієтичного м'яса, хутра та пуху. Варто зазначити, що проводиться постійне вдосконалення генетики цих тварин задля отримання бажаної продукції відповідної якості [11–13].

Наразі в Україні кролівництво є досить прибутковою та перспективною справою, що пов'язано з біологічними та фізіологічними особливостями даного виду тварин [14–17]. Зокрема, кролики – це багатоплідні тварини, приплід від самок отримують упродовж всього року, а кількість кроленят за один окрол може інколи становити до 18-ти і навіть більше. Кролі – це швидкозрослі тварини, які не потребують особливих кормів та спеціальних раціонів [18–21].

Не слід також забувати й про розведення декоративних кроликів, яких багато родин у цілому світі утримує як домашніх улюбленців. Найбільшої уваги заслуговують породи кроликів як гермелін, кольоровий карлик, ангорський, левина голівка, рекс та кролик-баран [22–24].

Слід зауважити, що окрім декоративного та промислового кролівництва, ссавці з родини

зайцевих, також, вільно існують і у дикій природі. Мова йдеться про зайців, на яких людина з давніх часів веде полювання [25].

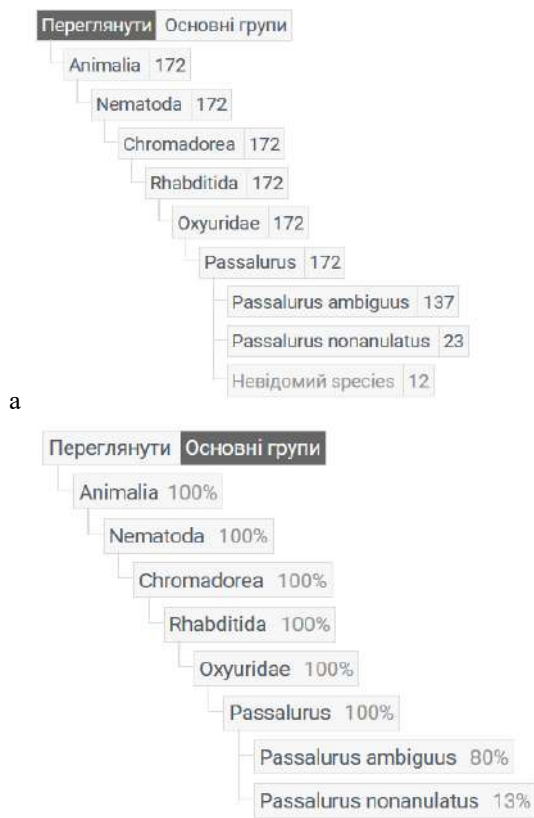
Отож, зайцеподібні можуть відігравати найрізноманітнішу роль у житті людини, але незважаючи на те, що тварини швидко ростуть та добре розмножуються, все ж залишаються вразливими до ряду захворювань. Серед таких слід відзначити групу захворювань, викликаних паразитичними червами, що відносяться до типу Nematoda [26].

Найбільш поширеним видом нематод серед домашніх кролів вважають *Passalurus ambiguus* Rudolphi, 1819, синоніми – *Oxyuris ambigua* Rudolphi, 1819 та *Oxyuris ambiguus* Rudolphi, 1819. За даними інформаційного порталу Global Biodiversity Information Facility (GBIF) нематоду *P. ambiguus* вчені виділяють на території багатьох країн світу (рис. 1).



**Рис. 1.** Випадки виявлення у досліджуваному матеріалі збудника *Passalurus ambiguus* у різних країнах світу за даними інформаційного порталу Global Biodiversity Information Facility (GBIF)  
Джерело: [27].

Відповідно до даних, що розміщені на цьому ж інформаційному порталі, окрім виду *Passalurus ambiguus*, також існує й інший вид під назвою *Passalurus nonanulatus* Skinker, 1931 (синонім – *Passalurus assimilis*) (рис. 2).



**Рис. 2.** Розподіл знахідок у різних країнах світу за таксонами відповідно до даних інформаційного порталу Global Biodiversity Information Facility (GBIF): а – показано в абсолютних числах; б – показано у відсотках  
Джерело: [27].

Слід зауважити, що за даними інформаційного порталу World Species, нематоду *P. ambiguus* виявляли у 10 видів господарів, з-поміж яких навіть вказано людину. Натомість для *P. nonanulatus* дослідниками зазначено лише 4 види господарів (рис. 3). Спільним господарем для обох видів нематод виявився *Oryctolagus cuniculus* Linnaeus, 1758 або його ще називають кріль європейський [28].

**Parasite of**

- Homo sapiens* (man)
- Lepus alleni* (Antelope Jackrabbit)
- Lepus californicus* (Black-tailed Jackrabbit)
- Lepus capensis* (Cape Hare)
- Lepus europaeus* (European Hare)
- Lepus granatensis* (Granada Hare)
- Lepus timidus* (Mountain Hare)
- Oryctolagus cuniculus* (European Rabbit)
- Sciurus vulgaris* (Eurasian red squirrel)
- Sylvilagus audubonii* (Desert Cottontail)

а

**Parasite of**

- Lepus americanus* (Snowshoe Hare)
- Oryctolagus cuniculus* (European Rabbit)
- Romerolagus diazi* (Volcano Rabbit)
- Sylvilagus floridanus* (Eastern Cottontail)

б

**Рис. 3.** Потенційні господарі нематод роду *Passalurus*: а – для видів *P. ambiguus*; б – для видів *P. nonanulatus*  
Джерело: [28].

Про значне поширення виду *P. ambiguus* у своїх працях вказують вчені з України (Yevstafieva et al., 2022; Mykhailiutenko et al., 2019; Duda & Prus, 2019; Prus & Duda, 2021; Bogach et al., 2022) [29–33], Польщі (Szkucik et al., 2013; Nosal et al., 2009) [34, 35], Єгипту (Elshahawy & Elgoniemy, 2018) та Індонезії (Tanjung & Rangkuti, 2019) [36, 37]. Окрім поширення, науковцями також достатньо добре були вивчені питання морфології [30, 38–40] та біології нематоди *P. ambiguus* [29].

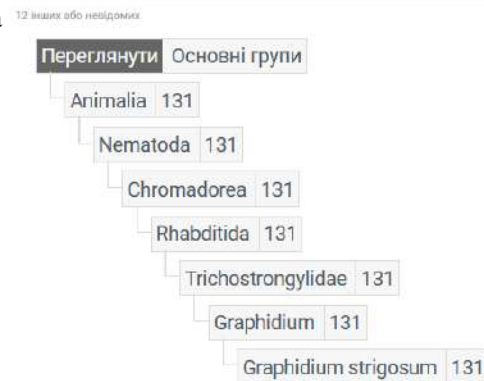
Стосовно виду *P. nonanulatus*, то питання його морфології та біологічного циклу розвитку нині залишається відкритим, адже у доступній літературі виявлена лише одна праця датована 1983 роком [40].

Слід звернути увагу й на те, що також в літературі є відомості про нематод, що паразитують у домашніх та диких кролів, зокрема *P. abditus* Caballero, 1937, *P. parvus* Johnston and Mawson, 1938. Проте відомостей про них дуже мало, інформація є фрагментарною і недостатньою для глибокого вивчення [41].

Наступним видом нематод, що реєструється у кроликів є *Graphidium strigosum* (Dujardin, 1845), базинонім назви цього виду – *Strongylus strigosum* Dujardin, 1845. Про значне поширення *G. strigosum* у різних куточках земної кулі свідчать дані інформаційного порталу Global Biodiversity Information Facility [42] (рис. 4). Дані щодо поширення цього збудника описують вчені з Польщі (Szkucik et al, 2013; Nosal et al., 2009) [34, 35], Нової Зеландії (Massoni et al., 2011) [43] Мароко (Cabaret, 1981) [44] Австралії (Dunsmore, 1966) [45], Прінейського півострова (Blasco et al., 1996) [46] та Шотландії (Hernandez et al., 2018) [47].



а



б

**Рис. 4.** Інформація щодо нематоди *Graphidium strigosum* відповідно до даних інформаційного порталу Global Biodiversity Information Facility: а – випадки виявлення у досліджуваному матеріалі збудника; б – розподіл знахідок у різних країнах світу за таксонами  
Джерело: [42].

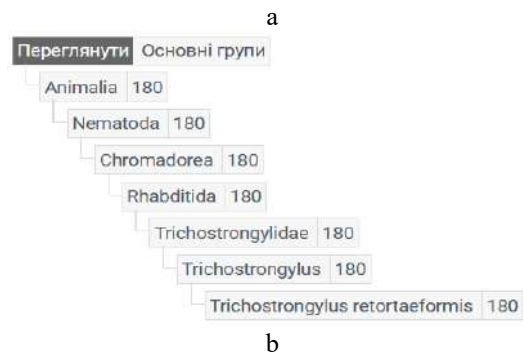
Вказаний вид нематод здатен уражати 7 видів господарів (рис. 5), більшість з яких (*Lepus capensis*, *Lepus europaeus*, *Lepus timidus*, *Lepus granatensis* та *Oryctolagus cuniculus*) є травоядними тваринами. У той же час, хижаки *Herpestes ichneumon* – мангуста єгипетська та *Vulpes vulpes* – лисиця звичайна, також, можуть бути потенційними господарями *G. strigosum* [48].

#### Parasite of

*Herpestes ichneumon* (Egyptian Mongoose)  
*Lepus capensis* (Cape Hare)  
*Lepus europaeus* (European Hare)  
*Lepus granatensis* (Granada Hare)  
*Lepus timidus* (Mountain Hare)  
*Oryctolagus cuniculus* (European Rabbit)  
*Vulpes vulpes* (Red Fox)

**Рис. 5.** Потенційні господарі *Graphidium strigosum* за даними інформаційного порталу World Species  
 Джерело: [48].

Досить розповсюдженим у світовому масштабі виявився вид нематод *Trichostrongylus retortaeformis* (Zeder, 1800), базинонім – *Strongylus retortaeformis* Zeder, 1800 (рис. 6) [49].



**Рис. 6.** Інформація щодо нематоди *Trichostrongylus retortaeformis* відповідно до даних інформаційного порталу Global Biodiversity Information Facility:  
 а – випадки виявлення у досліджуваному матеріалі збудника;  
 б – розподіл знахідок у різних країнах світу за таксонами  
 Джерело: [49].

Варто зазначити, що видоспецифічність нематоди *T. retortaeformis* щодо вибору живителя виявилася досить низькою, адже потенційно він може існувати в організмі 25 видів тварин (рис. 7). Зокрема, нематоду можна виявити у гризунів (мишей, тушканчиків, шурів, бобрів, полівок, нутрій нориць, ондатр, ховрахів, білок й інших), зайців, кролів, представників оленевих (сарни європейської) та, навіть, сумчастих тварин (кузу лисячий). Саме така низька вибірковість щодо виду господаря сприяє збереженню популяції паразита та його значному розповсюдженню [50].

#### Parasite of

*Allactaga major* (Great jerboa)  
*Apodemus flavicollis* (Yellow-necked mouse)  
*Apodemus sylvaticus* (Old World wood and field mouse)  
*Arvicola amphibius* (European water vole)  
*Arvicola sapidus* (southwestern water vole)  
*Capreolus capreolus* (western roe deer)  
*Castor canadensis* (american beaver)  
*Dolichotis patagonum* (Patagonian cavy)  
*Galea spixii* (Yellow-toothed cavy)  
*Lagidium viscacia* (Mountain viscacha)  
*Lepus americanus* (Snowshoe Hare)  
*Lepus capensis* (Cape Hare)  
*Lepus europaeus* (European Hare)  
*Lepus granatensis* (Granada Hare)  
*Lepus timidus* (Mountain Hare)  
*Lepus tolai* (Tolai Hare)  
*Microtus arvalis* (common vole)  
*Microtus montebelli* (Japanese grass vole)  
*Myocastor coypus* (nutria)  
*Myodes glareolus* (Bank vole)  
*Ondatra zibethicus* (muskrat)  
*Oryctolagus cuniculus* (European Rabbit)  
*Sciurus vulgaris* (Eurasian red squirrel)  
*Spermophilus citellus* (European ground squirrel)  
*Trichosurus vulpecula* (Common Brushtail)

**Рис. 7.** Потенційні господарі *Trichostrongylus retortaeformis* за даними інформаційного порталу World Species  
 Джерело: [50].

У доступній літературі про значне поширення нематоди *T. retortaeformis* свідчать праці вчених з України (Bogach et al., 2022) [33], Польщі (Nosal et al., 2009) [35], Нової Зеландії (Audebert et al., 2009; Purvis et al., 1972) [51, 52], Шотландії (Hernandez et al., 2018) [47], Бразилії (Santos et al., 2016) [53], Португалії (Eira et al., 2007) [54].

Слід зазначити, що достатньо досконало питаннями морфології та циклу розвитку цього збудника займався колектив науковців з Франції (Audebert et al., 2000; Audebert et al., 2002) [55, 56]. Стосовно ж екології личинкових стадій паразита, зокрема на стадії інвазійної личинки, інформативні та обґрунтовані дані виявлено у статті науковця Crofton, H. D., яка датована 1948 роком [57].

Також, широко поширеною у світі виявилася нематода *Strongyloides papillosus* (Wedl, 1856) Ransom, 1911, базинонім – *Trichosoma papillosus* Wedl, 1856 (рис. 8) [58].

Країна або територія	Кількість записів
Сполучені Штати Америки	32
Сполучене Королівство	7
Україна	6
Німеччина	3
Реюньйон	3
Південно-Африканська Республіка	2
Китай	1
Фінляндія	1
Гренада	1
Японія	1
Пуерто-Ріко	1
Уругвай	1
Віргінські острови (США)	1

a



b

**Рис. 8.** Інформація щодо нематоди *Strongyloides papillosus* відповідно до даних інформаційного порталу Global Biodiversity Information Facility:

- a – випадки виявлення у досліджуваному матеріалі збудника;  
b – розподіл знахідок у різних країнах світу за таксонами  
Джерело: [58].

Потенційно, в якості дифінітивного живителя цей збудник може використовувати 21 вид тварин (рис 9).

#### Parasite of

- Aepyceros melampus* (impala)
- Antilope cervicapra* (blackbuck)
- Bos taurus* (cow)
- Bos taurus indicus* (aurochs)
- Capra hircus* (domestic goat)
- Capreolus capreolus* (western roe deer)
- Cephalophus natalensis* (Natal duiker)
- Cervus elaphus* (wapiti or elk)
- Homo sapiens* (man)
- Kobus kob* (kob)
- Lepus americanus* (Snowshoe Hare)
- Mustela putorius* (European Polecat)
- Myocastor coypus* (nutria)
- Neotragus moschatus* (suni)
- Oryctolagus cuniculus* (European Rabbit)
- Ovis ammon* (argali)
- Ovis aries orientalis* (mouflon)
- Philantomba maxwelli* <Unverified Name>
- Sylvicapra grimmia* (bush duiker)
- Tragelaphus angasii* (nyala)
- Tragelaphus strepsiceros* (greater kudu)

**Рис. 9.** Потенційні господарі *Strongyloides papillosus* за даними інформаційного порталу World Species  
Джерело: [50].

З-поміж тварин, які уражає *S. papillosus*, більша частина відноситься до родини бикових (антилопи – імпала, червоний дуїкер, дуїкер максвелла, чагарниковий дуїкер, великий куду, коб; бик свійський; зебу; козел свійський; баран азійський; суні; архар; наяла), оленевих (сарна європейська, олень благородний), куницевих (тхір лісовий), щетинцевих (нутрія напівводяна), зайцеподібних (кріль європейський та заєць американський), і навіть людина [59].

Окрім даних, виявлених на відкритому інформаційному порталі Global Biodiversity Information Facility, про значне розповсюдження нематоди серед зайцеподібних зазначають науковці з різних країн світу. Так, збудника виявляли в Україні (Duda, 2022; Bogach et al., 2022) [33, 60], Японії (Nakamura & Motokawa, 2000; Taira, 1991) [61, 62], Болгарії (Panayotova-Pencheva, 2022) [63], Італії (Brustenga, 2023) [64].

З-поміж паразитів зайцевих слід також виділити нематод роду *Trichuris*. Зокрема *Trichuris leporis* (Frölich, 1789) (базиномім – *Trichocephalus leporis* Frölich, 1789, синонім – *Trichocephalus unguiculatus* Rudolphi, 1809) [65] та *Trichuris sylvilagi* Tiner, 1950 (рис. 10) [66].

Країна або територія	Кількість записів
Сполучені Штати Америки	49
Канада	6
Німеччина	3
Мексика	3
Швеція	2
Китайський Тайбей	2
невідома країна	2
Індія	1
Монако	1
Нідерланди	1

17 інших або невідомих

a



b

**Рис. 10.** Інформація щодо нематоди *Trichuris leporis* відповідно до даних інформаційного порталу Global Biodiversity Information Facility (GBIF):

- a – випадки виявлення у досліджуваному матеріалі збудника;  
b – розподіл знахідок у різних країнах світу за таксонами  
Джерело: [65].

Варто зазначити, що на відкритому інформаційному порталі Global Biodiversity Information Facility даних щодо виду *T. leporis* виявилось значно більше, ніж щодо виду *T. sylvilagi*. Можливо це пов'язано з



тим, що вид *T. sylvilagi* для збереження своєї популяції в якості дефінітивного живителя може використовувати лише 3 види тварин із родини зайчих (рис. 11) [67]. Натомість *T. leporis* може уражати 9 видів зайців, кролів і, навіть, один вид ховрахів (ховрах Річардсона) [68].

#### Parasite of

*Lepus americanus* (Snowshoe Hare)  
*Lepus capensis* (Cape Hare)  
*Lepus europaeus* (European Hare)  
*Lepus timidus* (Mountain Hare)  
*Lepus tolai* (Tolai Hare)  
*Oryctolagus cuniculus* (European Rabbit)  
*Romerolagus diazi* (Volcano Rabbit)  
*Sylvilagus floridanus* (Eastern Cottontail)  
*Urocyon richardsonii* (Richardson's ground squirrel)

a

#### Parasite of

*Lepus brachyurus* (Japanese Hare)  
*Lepus californicus* (Black-tailed Jackrabbit)  
*Lepus capensis* (Cape Hare)  
*Lepus europaeus* (European Hare)

b

**Рис. 11.** Потенційні господарі нематод з роду *Trichuris*, за даними інформаційного порталу World Species:

a – для виду *Trichuris leporis*; b – для виду *Trichuris sylvilagi*  
 Джерело: [67, 68].

Про досить часте виявлення виду *T. leporis* свідчать праці науковців з Чеської республіки (Lukešová et al., 2012) [69], Словачкиї (Dubinský et al., 2010) [70], Німеччини (Haupt & Hartung, 1976), [71], Білорусі (Shimalov, 2001) [72], Канади (Keith et al., 1986) [73], Польщі (Szkucik et al, 2013; Nosal et al., 2009) [34, 35]. Також досить багато виявилось згадок про паразитування у зайцеподібних виду *T. sylvilagi*. Зокрема, цей вид був виявлений на території Каліфорнії (Clemons et al., 2000) [74], Болгарії (Panayotova-Pencheva, 2022) [63], України (Yevstafieva et al., 2022) [75].

Слід зазначити, що окрім згаданих вище нематод, у травному каналі зайцеподібних у різних країнах світу науковці виявляють: *Obeliscoides cuniculi* Graybill, 1923 – базинонім *Obeliscus cuniculi* Graybill, 1923 (Cattadori et al, 2019) [76]; *Nematodiroides zembrae* Bernard, 1965 (Bordes et al, 2007) [77], *Capillaria hepatica* Bancroft, 1893 – синонім *Calodium hepaticum* Bancroft, 1893, базинонім – *Trichocephalus hepaticum* Bancroft, 1893 (Morgan, 1932; Simpson et al, 2014) [78, 79], *Baylisascaris procyonis* Stefanski & Zarnowski, 1951, базинонім – *Ascaris procyonis* Stefanski & Zarnowski, 1951 (Sato et al, 2003) [80], *Haemonchus contortus* Rudolphi, 1803 (Cobb, 1898), синоніми назви цього виду – *H. atectus* Lebedev, 1929, *H. bispinosus* Molin, 1860, *H. cervinus* Baylis & Daubney, 1922, *H. contortus* subsp. *bangalorensis* Rao & Rahman, 1967, *H. contortus* subsp. *cayugensis* Das & Whitlock, 1960, *H. contortus* subsp. *hispanicus* Martinez Gomez, 1968, *H. contortus* subsp. *kentuckiensis* Sukhapesna, 1974, *H. contortus* var. *uktalensis* Das &

Whitlock, 1960, *H. fuhrmanni* Kamensky, 1929, *H. lunatus* Travassos, 1914, *H. pseudocontortus* Lebedev, 1929, *H. tartaricus* Evranova, 1940, базинонім – *Strongylus contortus* Rudolphi, 1803 (Hutchinson & Slocombe, 1976) [81]. Також дослідники вказують про можливість експериментального зараження зайцеподібних нематою *Ostertagia ostertagi* Stiles, 1892 (Ransom, 1907), синонім – *Ostertagia ostertagia*, базинонім – *Strongylus ostertagi* Stiles, 1892, яка більше є притаманною для великої та дрібної рогатої худоби (Snider et al, 1985; Boisvenue, & Novilla, 1992) [82, 83].

Аналізуючи вищенаведене, всі виявлені у літературних джерелах захворювання зайців умовно можна розділити на 3 категорії. За результатами аналізу великої кількості джерел наукової літератури встановлено, що всі хвороби зайцеподібних викликані нематодами органів травлення можна поділити на 3 категорії: 1 – хвороби, що є надзвичайно поширеними в усьому світі; 2 – хвороби, що мають незначне поширення; 3 – хвороби, що є потенційно небезпечними для зайцеподібних (у природі даних щодо спонтанного зараження збудниками цих захворювань немає або вони поодинокі, проте за експериментального зараження у тварин з'являються всі клінічні ознаки, що свідчать про хворобу). До першої категорії хвороб можна віднести захворювання зайцеподібних на: пасалуроз – у світі цю хворобу викликає два види нематод *P. ambiguus* Rudolphi, 1819 та *P. nonanulatus* Skinker, 1931; графідіоз – збудником якого є нематода *G. strigosum* Dujardin, 1845; трихостронгілоз – в більшій мірі збудником якого для зайців та кролів виступає вид нематод *T. retortaeformis* Zeder, 1800. До другої категорії умовно можна віднести хвороби та види нематод органів травлення, які мають незначне поширення, зокрема: трихуроз – викликаний збудниками *T. leporis* Frölich, 1789 та *T. sylvilagi* Tiner, 1950; байліскасаріоз, стронгілоїдоз, нематодіроз та обеліскоїдоз – викликані нематодами видів *B. procyonis* Stefanski & Zarnowski, 1951, *S. papillosus* Wedl, 1856, *N. zembrae* Bernard, 1965 та *O. cuniculi* Graybill, 1923 відповідно. До третьої категорії хвороб нами віднесено ті, що несуть потенційну небезпеку зайцеподібним. До них можна віднести гемонхоз, остертагіоз та гепатикольоз, що викликані нематодами *H. contortus* Rudolphi, 1803, *O. ostertagi* Stiles, 1892 (Ransom, 1907) та *C. hepatica* Bancroft, 1893 відповідно.

## Висновки

Гельмінтофіуна органів травлення ссавців з родини зайцевих (Leporidae Fischer de Waldheim, 1817) у світовому масштабі є достатньо багатою, проте недостатньо висвітленою у доступній науковій літературі. Тому, метою проведеного огляду було більш детально охарактеризувати фауну нематод органів травлення ссавців з родини зайцевих. Аналіз наукової літератури дозволив систематизувати хвороби ссавців з родини зайцевих на 3 категорії. Принцип розподілу базувався на поширеності хвороб та збудників, що їх викликають у світовому масштабі. До першої категорії віднесені захворювання:

пасалуроз – викликаний нематодами *P. ambiguus* Rudolphi, 1819 та *P. nonanulatus* Skinner, 1931; графідіоз – збудником якого є нематода *G. strigosum* Dujardin, 1845; трихостронгілоз – в більшій мірі збудником якого для зайців та кролів є *T. retortaeformis* Zeder, 1800. До другої категорії віднесені хвороби та види нематод органів травлення, що мають незначне поширення: трихуроз – викликаний збудниками *T. leporis* Frölich, 1789 та *T. sylvilagi* Tiner, 1950; байлісаскаріоз, стронгілодоз, нематодіроз та обеліскоїдоз – викликані нематодами видів *B. procyonis* Stefanski & Zarnowski, 1951, *S. papillosus* Wedl, 1856, *N. zembrae* Bernard, 1965 та *O. cuniculi* Graybill, 1923 відповідно. До третьої категорії хвороб нами віднесено ті, що несуть потенційну небезпеку зайцеподібним: гемонхоз, остертагіоз та гепатикольоз, що викликані нематодами *H. contortus* Rudolphi, 1803, *O. ostertagi* Stiles, 1892 (Ransom, 1907) та *C. hepatica* Bancroft, 1893 відповідно.

Отож, здійснений аналіз літературних джерел має як теоретичне, так і практичне значення для науковців фахівців ветеринарного та біологічного профілю, адже розкриває нові дані щодо нематодозів органів травлення ссавців родини зайцевих та доповнює вже існуючу інформацію.

### Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

### References

- Ravichandran, S., Coyle, E. M., Klenow, L., Tang, J., Grubbs, G., Liu, S., Wang, T., Golding, H., & Khurana, S. (2020). Antibody signature induced by SARS-CoV-2 spike protein immunogens in rabbits. *Science Translational Medicine*, 12 (550). <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.abc3539>
- Thomas, B., Bhat, K., & Mapara, M. (2012). Rabbit as an animal model for experimental research. *Dental Research Journal*, 9 (1), 111. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.92960>
- Fan, J., Chen, Y., Yan, H., Niimi, M., Wang, Y., & Liang, J. (2018). Principles and applications of rabbit models for atherosclerosis Research. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, 25 (3), 213–220. <https://doi.org/10.5551/jat.rv17018>
- Fan, J., & Watanabe, T. (2000). Cholesterol-fed and transgenic rabbit models for the study of atherosclerosis. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, 7 (1), 26–32. <https://doi.org/10.5551/jat1994.7.26>
- Hastings, R. H., Grady, M., Sakuma, T., & Matthay, M. A. (1992). Clearance of different-sized proteins from the alveolar space in humans and rabbits. *Journal of Applied Physiology*, 73 (4), 1310–1316. <https://doi.org/10.1152/jappl.1992.73.4.1310>
- Lecarpentier, Y., Blanc, F.-X., Salmeron, S., Poumy, J.-C., Chema, D., & Coirault, C. (2002). Myosin cross-bridge kinetics in airway smooth muscle: a comparative study of humans, rats, and rabbits. *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology*, 282 (1), L83–L90. <https://doi.org/10.1152/ajplung.2002.282.1.L83>
- Thomas, B., Bhat, K., & Mapara, M. (2012). Rabbit as an animal model for experimental research. *Dental Research Journal*, 9 (1), 111. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.92960>
- Jackson memorial laboratory to breed rats, mice, rabbits and guinea pigs for research purposes. (1943). *Journal of the American Medical Association*, 122 (8), 507. <https://doi.org/10.1001/jama.1943.02840250031011>
- Guo, L.-Y., Wei, J.-K., Yang, S.-C., & Wang, Z.-B. (2013). Glaucoma model for stem cell transplantation research in New Zealand white rabbits. *Zoological Research*, 33 (2), 225–230. <https://doi.org/10.3724/sp.j.1141.2012.02225>
- Nagahama, S. (1952). Studies on the Alloxan-diabetes in rabbits, especially on the influence of adrenalectomy and hypophysectomy upon the alloxan-diabetes. *Folia Endocrinologica Japonica*, 28 (8–9), 279–284,310. <https://doi.org/10.1507/endocrine1927.28.8-9.279>
- Blasco, A., Nagy, I., & Hernández, P. (2018). Genetics of growth, carcass and meat quality in rabbits. *Meat Science*, 145, 178–185. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.030>
- García, M.-L., & Argente, M.-J. (2021). The Genetic Improvement in meat rabbits. *Lagomorpha Characteristics*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.93896>
- Pascual, M., & Pla, M. (2007). Changes in carcass composition and meat quality when selecting rabbits for growth rate. *Meat Science*, 77 (4), 474–481. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.04.009>
- Boiko, O. V., & Havrysh, O. M. (2021). The increasing the meat productivity of rabbits of the Ukrainian breed Poltava silver by using in breeding schemes of breeding rabbits of meat breeds. *Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences*, 29–44. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-086-5-2>
- Honchar, O. F., Boiko, O. V., & Havrysh, O. M. (2020). Analiz stanu haluzi krolivnytstva v Ukraini. *Effective Rabbit Breeding and Fur Farming*, 6, 47–58. <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2020.6.47-58> [in Ukrainian]
- Pustova, N. V., Pustova, Z. V., & Ruzhalska, S. (2023). Orhanichne krolivnytstvo v umovakh pryvatnykh gospodarstv. *Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics*, 39. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-2.4> [in Ukrainian]
- Krolivnytstvo: nova reproduktyvna tekhnolohiia, turovi okroly ta selektsiino-hospodarski aspekty haluzi. (2020). *Problems of agroindustrial complex of Karpaty*, 27, 94–103. Internet Archive. <https://doi.org/10.47279/2709-3022-2020-1-12> [in Ukrainian]
- Lidfors, L., & Dahlborn, K. (2021). Behavioral biology of rabbits. *Behavioral biology of laboratory animals*, 173–190. <https://doi.org/10.1201/9780429019517-13>
- Luchyn, I. S. (2022). Selection justification of the technology of intensive production of rabbit meat. *Animal Husbandry of the Steppe of Ukraine*, 1 (2), 171–179. <https://doi.org/10.31867/2786-6750.1.2.2022.171-179>
- Kotsiubenko, H. A. (2012). Vidtvorni ta produktyvni yakosti kroliv za riznykh tekhnolohii vyroshchuvannya. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 2, 35–37. [in Ukrainian]
- Perih, D. P., & Luchyn, I. S. (2008). Reproduktyvni pokaznyky krolematok vyiavleni v protsesi priamoho i zворотnoho skhreshchuvannya. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnolohii Imeni S. Z. Gzhytskoho*, 10 (3 (38)), 114–118. [in Ukrainian]
- McBride, A. (2011). *Dwarf rabbits: understanding and caring for your pet*. Tarxien, Malta: Gutenberg Press Ltd.
- Crowell-Davis, S. L. (2007). Behavior Problems in Pet Rabbits. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 16 (1), 38–44. <https://doi.org/10.1053/j.jepm.2006.11.022>
- Buseth, M. E., & Saunders, R. (2014). The rabbit as a companion animal. *Rabbit behaviour, health and care*, 15–27. <https://doi.org/10.1079/9781780641904.0015>
- Kornicev, O. P. (1960). *Zaiets-rusak na Ukraini*. Kyiv [in Ukrainian]
- National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2023). *NCBI Taxonomy*. Retrieved from: <https://doi.org/10.15468/rhydar>
- Passalurus* Dujardin, 1845 in GBIF Secretariat (2023). *GBIF Backbone Taxonomy*. Retrieved from: <https://doi.org/10.15468/39omei>
- World Species. Retrsted from: <https://worldspecies.org/ntaxa/2348661>
- Yevstafieva, V., Khorolskyi, A., Kravchenko, S., Melnychuk, V., Nikiforova, O., & Reshetylo, O. (2022). Features of the exogenic development of *Passalurus ambiguus* (Nematoda, Oxyuroidea) at different temperature regimes. *Biosystems Diversity*, 30 (1), 74–79. <https://doi.org/10.15421/012207>
- Mykhailiutenko, S. M., Kruchynenko, O. V., Klymenko, O. S., Serdioucov, J. K., Dmytrenko, N. I., & Tkachenko, V. V. (2019). Pathomorphological changes in the large intestine of rabbits parasitised by *Passalurus ambiguus* (Nematoda, Oxyuridae). *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10 (1), 69–74. <https://doi.org/10.15421/021911>
- Duda, Yu., & Prus., M. (2019). Proteinogram and indicators of immunity during passalurosis of rabbits with different level of invasion intensity. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 104(4), 52–60. [https://doi.org/10.31521/2313-092x/2019-4\(104\)-7](https://doi.org/10.31521/2313-092x/2019-4(104)-7)

32. Prus, M., & Duda, Y. (2021). Pathogens of diseases of the digestive tract of rabbits in the parasitocenosis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23 (102), 93–98. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10214>
33. Bogach, M. V., Paliy, A. P., Horobei, O. O., Perotska, L. V., Kushnir V. Y., & Bohach, D. M. (2022). Endoparasites of rabbits (*Oryctolagus cuniculus domesticus*) in Southern Ukraine. *Biosystems Diversity*, 30 (2), 73–178. <https://doi.org/10.15421/0122>
34. Szkucik, K., Pyz-Lukasik, R., Szczepaniak, K. O., & Paszkiewicz, W. (2013). Occurrence of gastrointestinal parasites in slaughter rabbits. *Parasitology Research*, 113 (1), 59–64. <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3625-7>
35. Nosal, P., Kowal, J., Nowosad, B., Bieniek, J., & Kowalska, D. (2009). Dynamika zarazenia królików endopasozytami w różnych warunkach chowu [Dynamics of endoparasite infections in rabbits at different rearing regimes]. *Wiadomości Parazytologiczne*, 55 (2), 173–177.
36. Elshahawy, I., & Elgoniemy, A. (2018). An Epidemiological study on endoparasites of domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Egypt with special reference to their health impact. *Sains Malaysiana*, 47 (1), 9–18. <https://doi.org/10.17576/jsm-2018-4701-02>
37. Tanjung, M., & Rangkuti, P. M. (2019). Species and prevalence of rabbit gastrointestinal parasites in Berastagi farm Karo district, North Sumatra, Indonesia. *Proceedings of the International Conference on Natural Resources and Technology*. <https://doi.org/10.5220/0008551601930198>
38. Khorolskiy, A., Yevstafieva, V., Kravchenko, S., Pishchalenko, M., Vakulenko, Y., & Gutj, B. (2021). Specifics of the morphological identification of the pathogen of passaluriasis of rabbits. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12 (4), 702–709. <https://doi.org/10.15421/022197>
39. Frank, R., Kuhn, T., Mehlhorn, H., Rueckert, S., Pham, D., & Klimpel, S. (2013). Parasites of wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) from an urban area in Germany, in relation to worldwide results. *Parasitology Research*, 112 (12), 4255–4266. <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3617-7>
40. Hugot, J.-P., Bain, O., & Cassone, J. (1983). Sur le genre *Passalurus* (Oxyuridae: Nematoda) parasite de Leporidés. *Systematic Parasitology*, 5 (4), 305–316. <https://doi.org/10.1007/bf00009164>
41. Hussein, N. M., Rabie, S. A. H., Abuelwafa, W. A., & ElDin, M. M. M. (2022). Morphometry, molecular identification and histopathology of *Passalurus ambiguus* Rudolphi, 1819 in domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Qena, Upper Egypt. *Journal of Parasitic Diseases*, 46 (2), 511–525. <https://doi.org/10.1007/s12639-022-01477-3>
42. *Graphidium strigosum* (Dujardin, 1845) in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Retrieved from: <https://www.gbif.org/uk/species/5188638/metrics>
43. Massoni, J., Cassone, J., Durette-Desset, M.-C., & Audebert, F. (2011). Development of *Graphidium strigosum* (Nematoda, Haemonchidae) in its natural host, the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) and comparison with several *Haemonchidae* parasites of ruminants. *Parasitology Research*, 109 (1), 25–36. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-2217-z>
44. Cabaret, J. (1981). Egg output of *Graphidium strigosum* (Nematoda) in low-level prime infection of rabbits. *Folia Parasitologica*, 28 (4), 337–341.
45. Dunsmore, J. (1966). Nematode parasites of free-living rabbits, *Oryctolagus cuniculus* (L.) in eastern Australia II. Variations in the numbers of *Graphidium strigosum* (Dujardin) Railliet & Henry. *Australian Journal of Zoology*, 14 (4), 625. <https://doi.org/10.1071/zo9660625>
46. Blasco, S., Torres, J., Feliu, C., Casanova, J. C., Miquel, J., & Moreno, S. (1996). The helminthfauna of *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758) in the Iberian Peninsula. Faunistic and ecological considerations. *Parasite*, 3 (4), 327–333. <https://doi.org/10.1051/parasite/1996034327>
47. Hernandez, A. D., Boag, B., Neilson, R., & Forrester, N. L. (2018). Variable changes in nematode infection prevalence and intensity after Rabbit haemorrhagic disease virus emerged in wild rabbits in Scotland and New Zealand. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 7 (2), 187–195. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2018.05.002>
48. World Species. Retrsved from: <https://worldspecies.org/ntaxa/2299706>
49. *Trichostrongylus retortaeformis* (Zeder, 1800) in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Retrieved from: <https://www.gbif.org/uk/species/2283558/metrics>
50. World Species. Retrieved from: <https://worldspecies.org/ntaxa/2299725>
51. Audebert, F., Vuong, P. N., & Durette-Desset, M. C. (2003). Intestinal migrations of *Trichostrongylus retortaeformis* (Trichostrongylina, Trichostrongylidae) in the rabbit. *Veterinary Parasitology*, 112 (1–2), 131–146. [https://doi.org/10.1016/s0304-4017\(02\)00386-2](https://doi.org/10.1016/s0304-4017(02)00386-2)
52. Purvis, G. M., & Sewell, M. M. H. (1972). *Trichostrongylus colubriformis*: Age resistance in the rabbit, *Oryctolagus cuniculus*. *Experimental Parasitology*, 32 (2), 191–195. [https://doi.org/10.1016/0014-4894\(72\)90024-0](https://doi.org/10.1016/0014-4894(72)90024-0)
53. Santos, L. M. F. dos, Mendes, M., Oliveira, P. A. de, Oliveira, F. C. de, Farias, N. A. D. R., & Ruas, J. L. (2016). *Trichostrongylus retortaeformis* (Zeder, 1800) (Nematoda, Trichostrongyloidea) in *Lepus europaeus* (Pallas, 1778) in southern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, 37 (5), 3201. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n5p3201>
54. Eira, C., Torres, J., Miquel, J., & Vingada, J. (2007). The helminth parasites of the wild rabbit *Oryctolagus cuniculus* and their effect on host condition in Dunas de Mira, Portugal. *Journal of Helminthology*, 81 (3), 239–246. <https://doi.org/10.1017/s0022149x07727426>
55. Audebert, F., Cassone, J., Hoste, H., & Durette-Desset, M. C. (2000). Morphogenesis and distribution of *Trichostrongylus retortaeformis* in the intestine of the rabbit. *Journal of Helminthology*, 74 (2), 95–107. <https://doi.org/10.1017/s0022149x00000135>
56. Audebert, F., Hoste, H., & Durette-Desset, M. C. (2002). Life cycle of *Trichostrongylus retortaeformis* in its natural host, the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Journal of Helminthology*, 76 (3), 189–192. <https://doi.org/10.1079/joh.2002.126>
57. Crofton, H. D. (1948). The ecology of immature phases of *Trichostrongyle* nematodes: I. The vertical distribution of infective larvae of *Trichostrongylus retortaeformis* in relation to their habitat. *Parasitology*, 39 (1–2), 17–25. <https://doi.org/10.1017/s0031182000083517>
58. *Strongyloides papillosus* (Wedl, 1856) Ransom, 1911 in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Retrieved from: <https://www.gbif.org/uk/species/2283790>
59. World Species. Retrieved from: <https://worldspecies.org/ntaxa/2299640>
60. Duda, Y. (2022). Comparison of different staining methods for the nematode *Strongyloides papillosus* isolated from rabbits. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 24 (105), 94–101. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10514>
61. Nakamura, Y., & Motokawa, M. (2000). Hypolipemia associated with the wasting condition of rabbits infected with *Strongyloides papillosus*. *Veterinary Parasitology*, 88 (1–2), 147–151. [https://doi.org/10.1016/s0304-4017\(99\)00194-6](https://doi.org/10.1016/s0304-4017(99)00194-6)
62. Taira, N., Minami, T., & Smitanon, J. (1991). Dynamics of faecal egg counts in rabbits experimentally infected with *Strongyloides papillosus*. *Veterinary Parasitology*, 39 (3–4), 333–336. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(91\)90050-6](https://doi.org/10.1016/0304-4017(91)90050-6)
63. Panayotova-Pencheva, M. S. (2022). Endoparasites of the European brown hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778 L.) (Lagomorpha: Leporidae) from Bulgaria. *Annals of Parasitology* 68 (3), 553–562. <https://doi.org/10.17420/ap6803.462>
64. Brustenga, L., Franciosini, M. P., Diaferia, M., Rigamonti, G., Musa, L., Russomanno, B. L., & Veronesi, F. (2023). Parasitological survey in european brown hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) breeding Facilities in Southern Italy. *Pathogens*, 12 (2), 208. <https://doi.org/10.3390/pathogens12020208>
65. *Trichuris leporis* (Frölich, 1789) in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Retrieved from: <https://www.gbif.org/uk/species/4554198/metrics>
66. *Trichuris sylvilagi* Tiner, 1950 in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/uk/species/4554228>
67. World Species. Retrieved from: <https://worldspecies.org/ntaxa/3638382>
68. World Species. Retrieved from: <https://worldspecies.org/ntaxa/3638366>
69. Lukešová, D., Langrová, I., Vadlejch, J., Jankovská, I., Hlava, J., Válek, P., & Čadková, Z. (2012). Endoparasites in European hares (*Lepus europaeus*) under gamekeeping conditions in the Czech Republic. *Helminthologia*, 49 (3), 159–163. <https://doi.org/10.2478/s11687-012-0032-z>
70. Dubinský, P., Vasilková, Z., Hurníková, Z., Miterpáková, M., Slamečková, J., & Jurčík, R. (2010). Parasitic infections of the European brown hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) in south-western Slovakia. *Helminthologia*, 47 (4), 219–225. <https://doi.org/10.2478/s11687-010-0034-7>

71. Haupt, W., & Hartung, J. (1976). Endoparasitenbefall der Hasen aus der Umgebung von Leipzig. *Monatsh Veterinarmed*, 32, 339–341.
72. Shimalov, V. V. (2001). Helminth fauna of the hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) in the southern part of Belarus. *Parasitology Research*, 87 (1), 85–85. <https://doi.org/10.1007/s004360000259>
73. Keith, I. M., Keith, L. B., & Cary, J. R. (1986). Parasitism in a declining population of snowshoe hares. *Journal of Wildlife Diseases*, 22 (3), 349–363. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-22.3.349>
74. Clemons, C., Rickard, L. G., Keirans, J. E., & Botzler, R. G. (2000). Evaluation of host preferences by helminths and ectoparasites among Black-tailed Jackrabbits in Northern California. *Journal of Wildlife Diseases*, 36 (3), 555–558. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-36.3.555>
75. Yevstafieva, V., Stybel, V., Melnychuk, V., Nagorna, L., Dmitrenko, N., Titarenko, O., Dubova, O., Makarets, S., Filonenko, S., Pishchalenko, M., Kone, M., & Ilchenko, A. (2022). Morphological characteristics of parasitic nematodes *Trichuris sylvilagi* (Nematoda, Trichuridae). *Zoodiversity*, 56 (3). <https://doi.org/10.15407/zoo2022.03.233>
76. Cattadori, I. M., Pathak, A. K., & Ferrari, M. J. (2019). External disturbances impact helminth–host interactions by affecting dynamics of infection, parasite traits, and host immune responses. *Ecology and Evolution*, 9 (23), 13495–13505. <https://doi.org/10.1002/ece3.5805>
77. Bordes, F., Langand, J., Feliu, C., & Morand, S. (2007). Helminth communities of an introduced hare (*Lepus granatensis*) and a native hare (*Lepus europaeus*) in Southern France. *Journal of Wildlife Diseases*, 43 (4), 747–751. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-43.4.747>
78. Morgan, D. O. (1932). An experimental infection of the rabbit with *Capillaria hepatica* (Bancroft, 1893). *Journal of Helminthology*, 10 (2–3), 65–66. <https://doi.org/10.1017/s0022149x00001322>
79. Simpson, V., Everest, D., & Westcott, D. (2014). RHDV variant 2 and *Capillaria hepatica* infection in rabbits. *Veterinary Record*, 174(19), 486–486. Portico. <https://doi.org/10.1136/vr.g3164>
80. Sato, H., Kamiya, H., & Furuoka, H. (2003). Epidemiological aspects of the first outbreak of *Baylisascaris procyonic* Larva migrans in rabbits in Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 65 (4), 453–457. <https://doi.org/10.1292/jvms.65.453>
81. Hutchinson, G. W., & Slocombe, J. O. (1976). Experimentally induced *Haemonchus contortus* infections in the rabbit. *Journal of Helminthology*, 50 (3), 143–152. <https://doi.org/10.1017/s0022149x00027668>
82. Snider, T. G., Williams, J. C., Romaire, T. L., & Besch, E. D. (1985). Experimentally induced ostertagiosis in rabbits inoculated with *Ostertagia ostertagi* of bovine origin. *American Journal of Veterinary Research*, 46 (10), 2184–2187.
83. Boisvenue, R. J., & Novilla, M. N. (1992). Inoculation of conventionally and specific-pathogen-free reared rabbits with *Ostertagia ostertagi* isolated from cattle. *American Journal of Veterinary Research*, 53 (6), 1054–1058.

### ORCID

- L. Korchan  <https://orcid.org/0000-0002-6064-5922>
- N. Shcherbakova  <https://orcid.org/0000-0002-3573-7673>
- S. Kulynych  <https://orcid.org/0000-0003-1660-643X>



2023 Korchan L. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Supply of tractors to business subjects in Poltava region. Problems and perspectives

V. Padalka | O. Burlaka | I. Rozhko  | Yu. Yatsenko | M. Chumak

### Article info

Correspondence Author

I. Rozhko

E-mail:

[ilona.rozhko1@ukr.net](mailto:ilona.rozhko1@ukr.net)

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody str.,

Poltava, 36003,

Ukraine

**Citation:** Padalka, V., Burlaka, O., Rozhko, I., Yatsenko, Yu., & Chumak, M. (2023). Supply of tractors to business subjects in Poltava region. Problems and perspectives. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 133–139. doi: 10.31210/spi2023.26.03.23

The development of agricultural production, especially its technical support, requires constant improvement and the introduction of advanced models of mechanization. The relevance of the national and economic problem of the quality of material and technical support of agro-industrial production is substantiated. It is claimed that the forecasting of quantitative and qualitative indicators of the technical condition indirectly affects the technologies used in the fields, in particular in the Poltava region. The results of statistical analysis of qualitative and quantitative indicators of purchased and registered tractors, which are reflected in the single register for keeping automated records of tractors of the agricultural machinery registration department of the Main Department of the State Production and Consumer Service in Poltava region for the period from 2018 to 2023, are given. The trends and dynamics of replacing tractors in the region's farms are given and substantiated, and ways of improving the organizational and technical mechanisms for providing tractors to enterprises and individuals of the Poltava region are recommended, taking into account the current challenges caused by the state of war. The organizational, technical and economic mechanisms for updating the tractor fleet of enterprises and private owners - individuals of the Poltava region have been determined. There is a sharp reduction in the dynamics of the number of purchased and registered tractors and tractor equipment in 2022. The beginning of the war led to a sharp reduction of purchased and registered tractors and tractor equipment by more than two times. Studying the dynamics of the ratio of the use of foreign tractors and tractors of domestic production is no less a painful topic for the state. We have a negative trend towards a significant relative increase in the tractor market of the Poltava region of foreign-made tractors and tractor equipment. A situation arose when the number of foreign tractor models in 2022 and most of 2023 exceeded the registration actions for domestically produced tractors by almost three times. The fact that the absence or insufficient number of domestic manufacturers of agricultural machinery, including tractors, leads to export dependence of the market is statistically confirmed. The consequence of this is a significant increase in prices for spare parts and tracts of foreign production.

**Keywords:** tractors, spare parts, engineering, registration, analysis, dynamics, forecasting, renovation, agriculture, provision strategy.

## Забезпечення тракторами суб'єктів господарювання у полтавській області. Проблеми та перспективи

V. V. Padalka | O. A. Burlaka | I. I. Rozhko | Yu. V. Yatsenko | M. V. Chumak

Полтавський державний

аграрний університет

м. Полтава,

Україна

Розвиток сільськогосподарського виробництва, особливо його технічне забезпечення, потребує постійного вдосконалення та впровадження передових зразків засобів механізації. Обґрунтовано актуальність народно-господарської проблеми якості матеріально-технічного забезпечення агро-промислового виробництва. Стверджується, що прогнозування кількісних і якісних показників технічного стану опосередковано впливає на технології, які застосовуються на ланах зокрема у Полтавському регіоні. Наведено результати досліджень статистичного аналізу за якісними та кількісними показниками придбаних та зареєстрованих тракторів, що відображені у єдиному реєстрі для ведення автоматизованого обліку тракторів відділу реєстрації сільськогосподарської техніки Головного управління Держпродспоживслужби в Полтавській області за період з 2018 року по 2023 рік. Наведені та обґрунтовані тенденції та динаміка заміни тракторів у господарствах регіону, рекомендовані шляхи удосконалення організаційно-технічних механізмів щодо забезпечення тракторами підприємств та фізичних осіб Полтавської області з урахуванням викликів сьогодення, зумовлених воєнним станом. Визначено організаційно-технічні та економічні механізми оновлення тракторного парку підприємств та приватних власників-фізичних осіб Полтавського регіону. Спостерігається різке скорочення динаміки щодо кількості придбаних та зареєстрованих тракторів та тракторної техніки у 2022 році. Початок воєнних подій призвели до різкого – більш ніж у два рази, скорочення придбаних та зареєстрованих тракторів та тракторної техніки. Дослідження динаміки співвідношення використання закордонних тракторів та тракторів вітчизняного виробництва не менш болюча тема для держави. Маємо негативну тенденцію до значного відносного збільшення на тракторному ринку Полтавської області тракторів та тракторної техніки закордонного виробництва. Склалась ситуація, коли кількість закордонних моделей тракторів у 2022 році і більшій частині 2023 року перевищила реєстраційні дії відносно тракторів вітчизняного виробництва майже у три рази. Статистично підтверджено той факт, що відсутність чи недостатня кількість вітчизняних виробників сільськогосподарської техніки, в тому числі тракторів, призводить до експортної залежності ринку. Наслідком цього є значне зростання цін на запчастини та тракти закордонного виробництва.

**Ключові слова:** трактори, запчастини, засоби механізації, реєстрація, аналіз, динаміка, прогнозування, оновлення, сільське господарство, стратегія забезпечення.

**Бібліографічний опис для цитування:** Падалка В. В., Бурлака О. А., Рожко І. І., Яценко Ю. В., Чумак М. В. Забезпечення тракторами суб'єктів господарювання у Полтавській області. Проблеми та перспективи. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 133–139.

## Introduction

Agricultural production engineering is a guarantee of the state's sustainable development. The national economic problem of agricultural production engineering quality is gaining special relevance, particularly in the Poltava region. In view of the existing wartime, this problem rapidly becomes crucial.

This situation is due to the fact that there are significant difficulties associated with the export of agricultural products to the foreign market. At the same time, there is a significant increase, almost one and a half times, in the cost of imported agricultural machinery and their components. That is, today's conditions lead to a high price disparity between the market value of agricultural products and the price of production engineering, which occasionally leads to a situation when agricultural production becomes insensible.

However, taking into account the agrarian sector's importance for the economy with regard to the state's food security formation, agrarians find solutions to the crisis situation, even in such complex circumstances. Therefore, this research direction is relevant – the analysis of the current state of the machine-and-tractor park's renovation.

The strategy of providing Ukrainian agriculture with state-of-the-art agricultural machinery and the engineering system development is regulated by the Laws of Ukraine [1, 2]. In these standards, attention is focused on the development of domestic mechanical engineering and the training of highly qualified specialists in engineering specialties for the improvement of the technical service system in the agricultural industry.

The main trends in domestic mechanical engineering are covered by the authors of the paper [3]. Research aspects of the investing system in agricultural machines and the experience of other countries in this matter are covered in papers [4–6]. Nevertheless, the direction of attracting foreign investments and economic models for their implementation is promising [7–9]. A comparison of investment models by our country's example is presented in articles [10–21].

Regarding the aspect of the domestic tractor manufacturing development, the positive points are outlined in the historical essay [12]. The experience of providing material resources to agricultural enterprises of the Kharkiv region in the pre-war period is described in the paper [13]. Also, many scientific publications aimed at the assessment of the modern tractors' market and agricultural machinery in Ukraine, and the determination of mechanisms for improving the organizational and financial component of such research direction [14–22]. Unfortunately, due to the military actions, a significant part of the proposed scientifically based strategies needs certain correction and additional research.

## The aim of the study

The aim of the study is to improve the organizational and technical mechanisms for providing tractors to enterprises and individuals of the Poltava region, in view of the challenges caused by the state of war.

## Materials and methods

The subject of the study is the identification of organizational, technical, and economic mechanisms for renovating the tractor fleet of enterprises and individuals of the Poltava region.

The methods of mathematical analysis and statistical processing of the empirical data are used.

## Results and discussion

The input data for the analytical part of the research are the quantitative and qualitative characteristics of purchased and registered tractors for the research period from 2018 to 2023, which are reflected in the Unified Register for keeping automated records of tractors [20] of the agricultural machinery registration department of the head office of the State Production and Consumer Service in Poltava region.

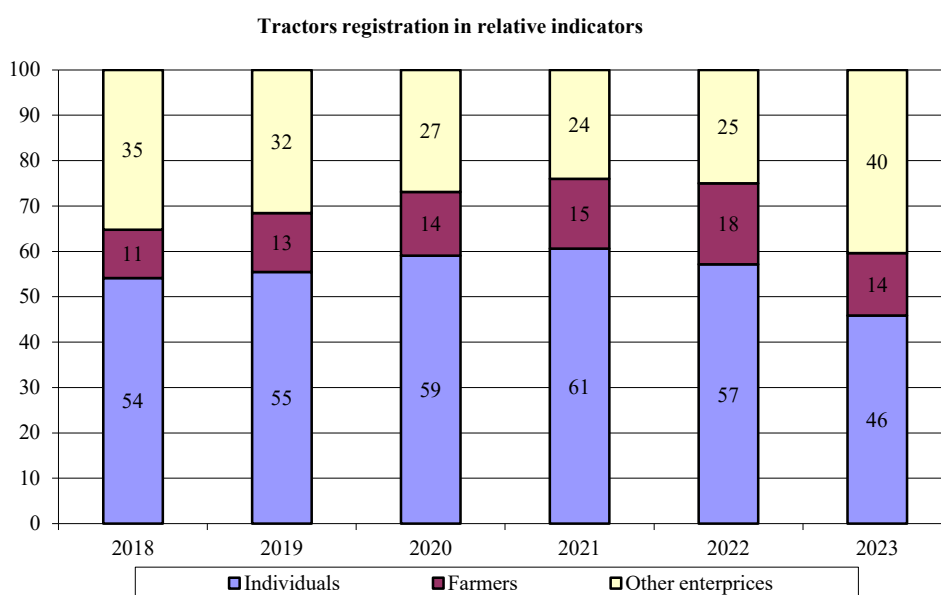
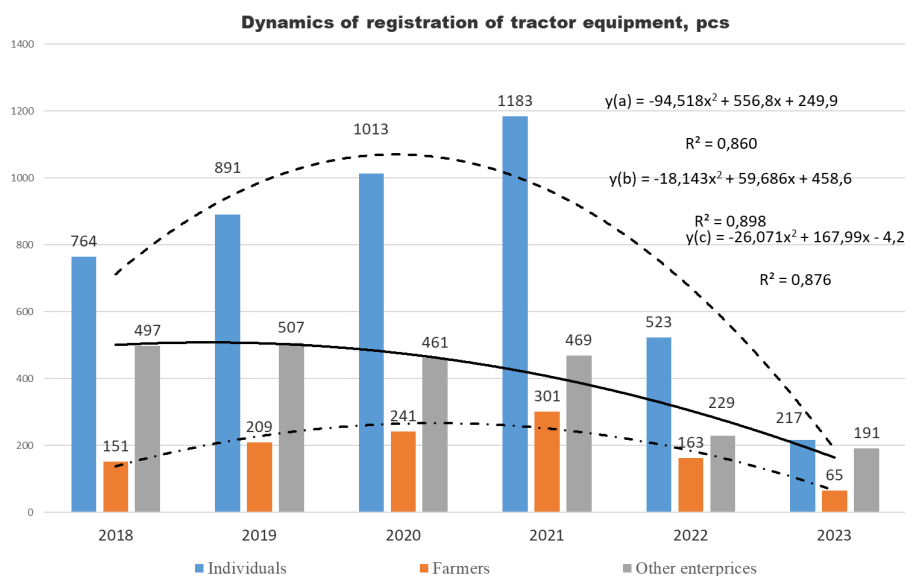
The following characteristics are listed among the research factors:

1. The registration year of tractors, which is defined as the time period from the moment of documents' submission to the Unified Register for keeping automated records of the agricultural machinery registration department of the Main Department of the State Production and Consumer Service in Poltava region.

2. Entities registering tractor equipment are divided into three conditional groups: individuals; agricultural enterprises, and enterprises engaged in other economic activities.

Based on the data statistical analysis results from the Unified Register, the following charts were built. **Figure 1** shows the dynamics of the tractors and tractor equipment registration in the Poltava region in 2018–2023. The top graph (bar chart) of **Fig. 1** shows the results of tractor registration by year in absolute terms.

As can be seen from this graph, from 2018 to 2021 there is a clear tendency of the generalized trend towards a stable increase in the number of purchased equipment for all three study groups. For example, the maximum amount of purchased equipment was registered in 2021 – 1,183 units were registered by individuals, 301 units were registered by farmers, and 469 tractors were registered by other enterprises. In relative terms (**Fig. 1** – lower diagram), the following values were obtained: 61 % of the total number of tractors were registered by individuals, 15 % – by farmers, 24 % of tractors were registered by other enterprises.

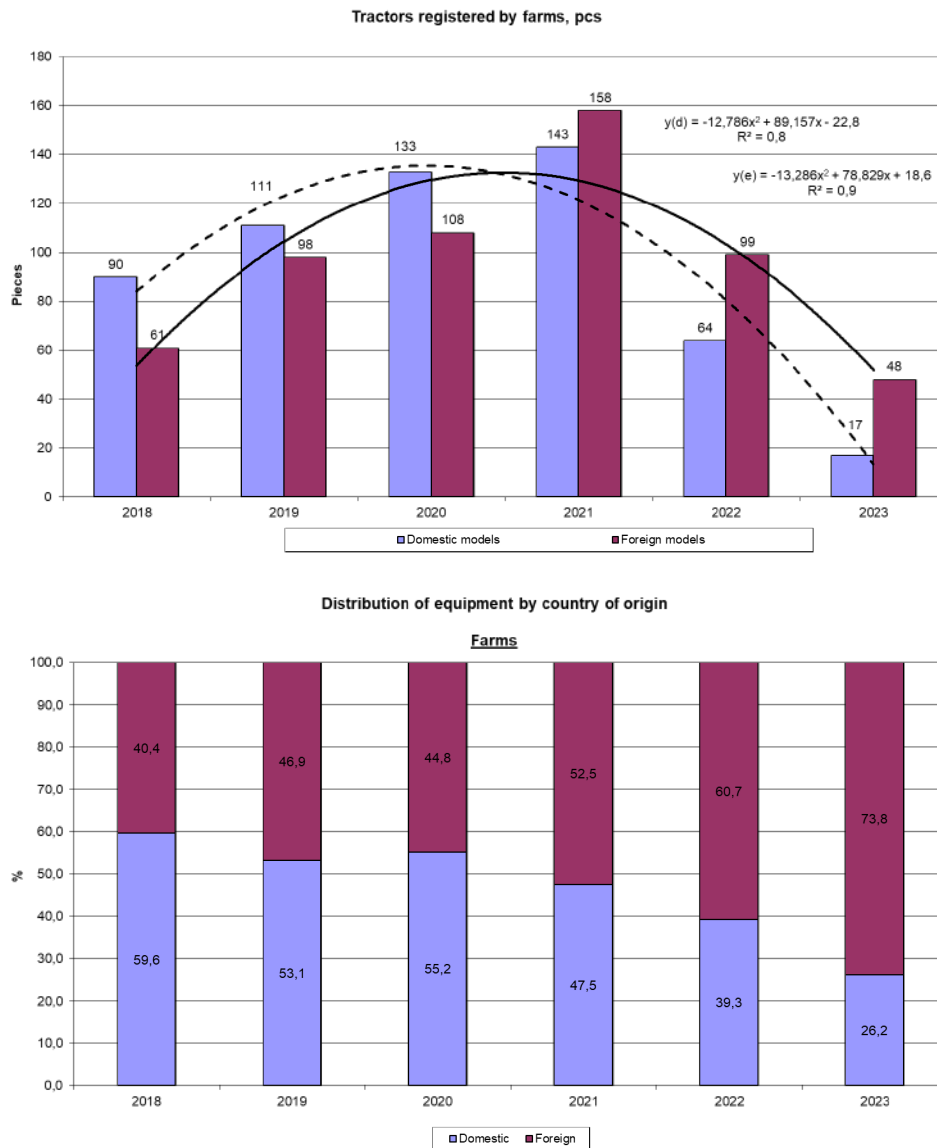


**Figure 1.** Dynamics of tractor equipment registration in the Poltava region for 2018–2023 in absolute (top) and relative (bottom) indicators

The year 2022 saw a sharp reduction in the dynamics of purchasing and registering tractors and tractor equipment. The beginning of a full-scale invasion of our country and subsequent military events led to a sharp – more than twofold – reduction of purchased and registered tractors and tractor equipment. In relative terms, the activity of the aforementioned business entities had not changed much and, accordingly, was: 57 % of the total number of tractors was registered by individuals, 18 % - by farmers, 25 % of tractors were registered by other enterprises. The year 2023 worsened the activity of the purchased tractor machinery market in the Poltava region by almost two times, although the data for 2023 are not final, the situation may be partially improved after the harvesting of late grain crops and the selling the portion of the agricultural products by agricultural enterprises.

An equally painful topic is the results of dynamics in foreign to domestically manufactured tractors usage ratio (Fig. 2). In 2018–2021, the development of agricultural production and other areas of the economy, where tractors

are used, became the root cause of the growing need to renovate the tractor fleet of the Poltava region. Comparing 2018 with 2021, we notice a positive trend towards an almost threefold increase in the absolute number of purchased tractors of domestic production by business entities of various forms of ownership. In relative terms, studying the dynamics from 2018 to 2021, we have a somewhat stable average ratio of registered domestic and imported tractors. At the same time, the maximum deviation was: 59.6–47.5 %. And the indicators for 2022 and 2023, in addition to the sharp reduction in purchased and registered models mentioned above, contain a negative trend towards a significant relative increase in the number of foreign-made tractors and tractor equipment in the Poltava region. The situation arose that the number of foreign equipment units in 2022 and the majority of 2023 exceeded the registration share of domestically produced tractors by almost three times. The statistical trend of meeting production demand with foreign-made tractors in peacetime was more balanced.



**Figure 2.** Tractors registered by farms with regards to the country of manufacturer's origin, the top diagram is the absolute number, pcs., the bottom diagram is the percentage ratio, %

A sharp change to an increase in imported equipment occurred during the war in Ukraine. Such a situation additionally slows down the development of domestic mechanical engineering and deepens the problem of technical service of purchased foreign-made tractors. It is necessary to take into account that some of these imported tractors are already used, with a partially depleted resource. The problem is complicated by the lack of qualified service engineers, the pricing policy of both the service itself as well as the high cost of imported equipment's spare parts. Thus, it increases work processing time due to regrouping the logistics ways of goods supplied to Ukraine.

A significant disadvantage in the purchase of imported tractors is the price of its implementation, which is one of the decisive factors in the purchase and selection of the model and power of the machine. The advantage of modern technical solutions, advanced design, and greater reliability of foreign tractors encourage their purchase, including used ones. And the extensive offer on foreign markets (auctions) of tractor equipment leads to the fact that the average enterprise in Ukraine buys

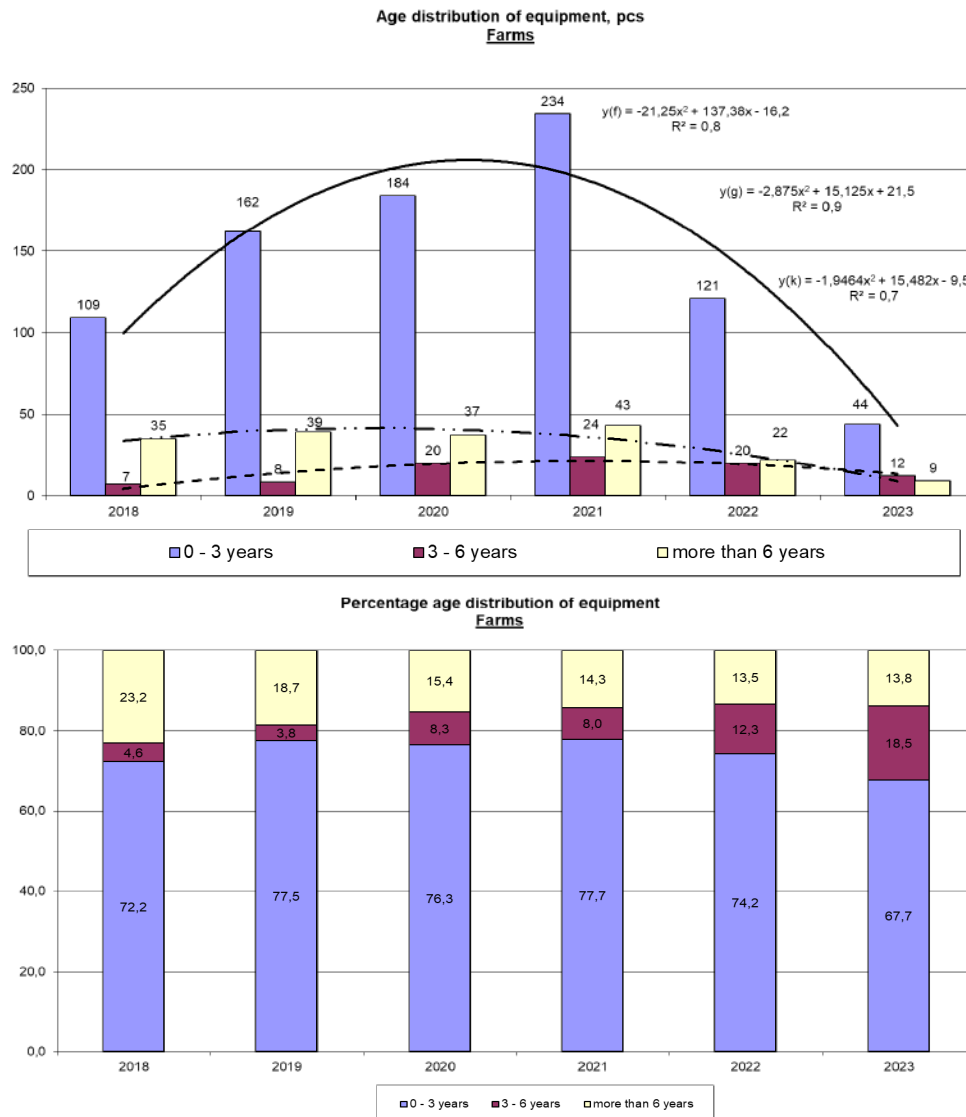
imported equipment on an unplanned basis. In production, we have equipment from different manufacturers, of different age categories, complexity, and operational output. Effectively using and performing technical service of such a tractor fleet is quite burdensome, and in most cases, it is economically inefficient.

We will consider in more detail the absolute and specific indicators regarding the age distribution of tractors purchased and registered in the Poltava region for the period 2018–2023 by farms in the region. The dynamics of this distribution is presented in Fig. 3. According to the research results, the positive point is that the age groups of tractor equipment are dominated by new tractors, and the working life of the latter does not exceed three years. The largest amount of new equipment was purchased in 2021 – 237 units, which accounted for 77.7 % of the total number of purchased and registered tractors that year. The purchase and registration dynamics of tractors from 2018 to 2021 have a clear upward trend. Regarding the absolute quantitative indicators of this comparative period, we see an increase of two or more times.



In 2022 and 2023 – we have a complex situation with regard to the economic development of the Poltava region, and complex conditions of production activity in the agro-industrial sector. We note a decrease almost

twice in 2022 and 2023 in total number of registered tractors. But in this case, the positive point is the relative ratio toward a significant advantage in the number of new machines in the tractor fleet.



**Figure 3.** Age distribution of equipment registered by farms, top diagram - absolute indicators, pcs; the bottom diagram - specific indicators, %

Analyzing the trend lines represented by the second-degree polynomials (top diagrams in Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3), we notice negative coefficients for the independent second-degree variable in all studied groups of registered tractors. The latter proves the statements made regarding the decrease in the purchasing power of economic entities of various ownership forms during the period of martial law. The main reasons for this are the rapid increase in prices for tractors and tractor equipment, the cheapening of agricultural products, the significant destruction of logistical export corridors, which are confirmed by the results of data analysis in the work of the agricultural machinery registration department of the Main Department of the State Production and Consumer Service in Poltava region for the researched period of 2018-2023, and the period of martial law in 2022–2023.

In order to improve the situation on the highlighted problems, in addition to achieving the strategic goal of

ending the war and overcoming difficult times for the entire country, it is possible to offer the following recommendations.

Business entities of various forms of ownership, which create the demand for tractors and tractor equipment, should pay more attention to the market of domestically produced tractors. The technical lagging of domestic tractor manufacturers compared to foreign equipment can be partially overcome by the creation and development of joint enterprises for the production of such equipment. It is worth lobbying and promoting the possibility of state support, although we understand that we have the state budget of a country at war, and the respective state budget deficit as well.

If the tractor owner preferred imported machinery, it is advisable, practical and scientifically justified to buy machinery of one manufacturer or one brand. In this case, it is easier to solve issues with the effective use of tractors

and the organization of maintenance and repair. At the same time, a reliable dealer (distributor) of tractors and tractor equipment is an important factor in making a managerial business decision to purchase machines of a particular brand.

As difficult as it may seem, the search for internal reserves is an effective way to take for maintenance and functionality restoration of already purchased equipment. The well-known historical experience [19] in the creation and operation of machine-tractor stations made it possible to use tractors more efficiently and to concentrate the relevant repair and diagnostic equipment and highly qualified personnel in their service and repair centers. Nowadays, the revival of machine-tractor stations doesn't seem to be realistic due to the different ownership forms of business entities – owners of tractors and tractor equipment, but at the same time, there is a positive experience of economic co-operation.

In the agricultural industry, it is advisable to pay special attention to energy-saving technologies. The use of tractors and other agricultural machinery for energy-intensive operations (deep loosening of the soil, plowing, deep disking...) should be avoided, replacing them with appropriate biological technologies implemented in advanced enterprises with global experience.

In order to restore and dominate the market of tractors of domestic models, machine-building enterprises, in addition to the reconstruction of the technological base and equipment, need to master new tractor-building technologies, taking into account the experience of the world's leading manufacturers, and implement modern dominant strategies of economic development.

## Conclusions

According to the results of a scientific study of statistical data presented in the single register for keeping automated records of tractors of the agricultural machinery registration department of the main administration of the State Production and Consumer Service in Poltava region from 2018 to 2021, there is a clear correlation of a generalized trend towards a stable increase in the number of purchased machinery in all three selected research groups. So, for example, the maximum number of purchased equipment registered in 2021 – 1.183 units were registered by individuals, 301 units were registered by farmers, and 469 tractors were registered by other enterprises.

There is a sharp reduction in the dynamics of the number of purchased and registered tractors and tractor equipment in 2022. The beginning of military events led to a sharp – more than twofold – reduction of purchased and registered tractors and tractor equipment.

The study of the dynamics of foreign to domestic tractor use ratio revealed a crucial problem for the state's mechanical engineering industry. The indicators of 2022 and 2023, in addition to a sharp reduction in purchased and registered tractor models, have a negative trend towards a significant relative increase in the tractor market of the Poltava region of foreign-made tractors and tractor equipment. A situation emerged when the number of foreign tractor models in 2022 and most of 2023

exceeded registration actions for domestically produced tractors by almost three times.

In order to restore and dominate the domestic market, in addition to the reconstruction of the technological base and equipment, machine-building enterprises need to master new technologies of tractor construction, taking into account the experience of the world's leading manufacturers, and implement modern dominant strategies of economic development.

## Conflict of interest

The authors state that there is no conflict of interest.

## References

1. Zakon Ukrainy "Pro stymulivannia rozvytku vitchyznianoho mashynobuduvannia dlia ahropromysloвого kompleksu Pro stymulivannia rozvytku vitchyznianoho mashynobuduvannia dlia ahropromysloвого kompleksu" № 3023-III vid 16.10.2020 r. (2020). Verkhovna rada ukrainy. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3023-14#Text> [in Ukrainian]
2. Zakon Ukrainy "Pro systemu inzhenerno-tekhnichnoho zabezpechennia ahropromysloвого kompleksu Ukrainy" № 229-V vid 31.03.2023 r. (2023). Verkhovna rada ukrainy. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/229-16/ed20230331/sp:side:max20#Text> [in Ukrainian]
3. Beshun, O., Achkevych, V., & Chuba, S. (2018). Analysis of the development sectors of agricultural machinery agricultural machinery. *Pratsi Tavriiskoho Derzhavnogo Ahrotekhnolohichnoho Universytetu*, 18 (2), 237–246. <https://doi.org/10.31388/2078-0877-18-2-237-246>
4. Duan, Y. P., Pan, H., Zhang, Y., & Li, T. H. (2014). Research on the Investment management of agricultural machinery based SPSS. *Applied Mechanics and Materials*, 687–691, 5177–5180. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.687-691.5177>
5. Wieliczko, B. (2015). Investment in machinery, equipment and means of transport in Polish agriculture, 2009-2012: example of FADN region 785 (Pomorze i Mazury). *Studies in Agricultural Economics*, 117 (1), 43–49. <https://doi.org/10.7896/j.1506>
6. Lisa, S., Perrine, T., Jacky, M., & James, O. (2013). Impacts of Fiscal Reforms on Country Attractiveness. In *Investment Claims*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/law-iiic/9780199983025.016.0008>
7. C. Hadrich, J., Larsen, R., & E. Olson, F. (2013). Impact of the Section 179 tax deduction on machinery investment. *Agricultural Finance Review*, 73 (3), 458–468. <https://doi.org/10.1108/af-07-2012-0035>
8. Myniv, R. M. (2019). Methodical approaches to the assessment of investment attractiveness of agricultural enterprises. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 21 (93), 63–69. <https://doi.org/10.32718/nvvet-e9313>
9. Vinichenko, I., & Shutko, T. (2019). The matrix model for assessing the investment attractiveness of agricultural enterprises. *Baltic Journal of Economic Studies*, 5 (3), 9. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2019-5-3-9-16>
10. Kolesnik, Y., Dobrovolska, O., Malyuta, I., Petrova, A., & Shulyak, S. (2019). The investment model of fixed assets renovation in the agricultural industry: case of Ukraine. *Investment Management and Financial Innovations*, 16 (4), 229–239. [https://doi.org/10.21511/imfi.16\(4\).2019.20](https://doi.org/10.21511/imfi.16(4).2019.20)
11. Akram, N., Akram, M. W., & Hongshu, W. (2020). Study on the Socioeconomic Factors Affecting Adoption of Agricultural Machinery. (2020). *Journal of Economics and Sustainable Development*. <https://doi.org/10.7176/jesd/11-3-07>
12. Yepifanova, N. V. (2011). Vikhy istorii traktorobuduvannia Ukrainy. *Visnyk Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu "KhPI": Tematychnyi vyppsk "Aktualni problemy rozvytku ukrainskoho suspilstva"*, 30, 107–113. [in Ukrainian]
13. Naumenko, V. O., & Naumenko, I. V. (2013). Otsinka suchasnoho stanu zabezpechennosti silskohospodarskykh pidpryemstv Kharkivskoi oblasti materialnotekhnichnymy resursamy. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu im. V. V. Dokuchaieva. Seriya: Ekonomichni Nauky*, 6, 139–145. [in Ukrainian]

14. Stepanushko, L. (2018). Kruhoobih tekhniky. *Landlord*, 1 (27), 56–60. [in Ukrainian]
15. 5 novyn u sferi ahropromyslovoi tekhniky v Ukraini (2017). *Baker Tilly*. Retrieved from: <http://www.bakertilly.ua/news/id1228> [in Ukrainian]
16. Hrytsyshyn, M., & Perepelytsia, N. (2017). Rynok traktoriv v Ukraini. Propozytsiia. *Suchasna Tekhnika Dlia Suchasnoho Ahariia*, 4–6. [in Ukrainian]
17. Radchenko, O. D. (2017). Mekhanizm ta instrumenty pidtrymky silskoho hospodarstva zghidno z biudzhetom na 2017 rik. *Ahrobiznes Sohodni*. Retrieved from: <https://agro-business.com.ua/agro/pytannia-bukhhalterii/item/1774-mekhanizmtainstrumenty-pidtrymky-silskoho-hospodarstva-zhidno-z-biudzhetom-na-2017-rik.html> [in Ukrainian]
18. Kovtun, Yu. I., Kachanov, V. V., Melnyk, V. I., Kharchenko, S. O., Artomov, M. P., Anikieiev, O. I., Tsyhanenko, M. O., Romanashenko, O. A., Ka-liuzhnyi, O. D., Syrovitskyi, K. H., Chyhryna, S. A., & Haiek, Ye. A. (2020). *Tekhnolohichna blochno-variantna systema mashynovykorystannia v zemlerobstvi Ukrainy. Chastyna 1: monohrafiia*. Kharkiv: TOV Planeta-Prynt [in Ukrainian]
19. Luparenko, H. V. (2015). *Stanovlennia traktorobuduvannia v Ukraini*. Nizhyn: PP Lysenko M. M. [in Ukrainian]
20. Nakaz Ministerstva ahramnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy № 29, Vid 22.01.2013. "Pro zatverdzhennia Polozhennia pro Yedyni reiestr dlia vedennia avtomatyzovanoho obliku traktoriv, samokhidnykh shasi, samokhidnykh silskohospodarskykh, dorozhno-budivelnykh i melioratyvnykh mashyn, silskohospodarskoi tekhniky, inshykh mekhanizmiv". (2003). Verkhovna rada ukrainy. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0243-13#Tex> [in Ukrainian]
21. Gorb, O., Rebilas, R., Aranchiy, V., Yasnolob, I., Boiko, S., & Padalka, V. (2020). Strengthening competitiveness of the national economy by inhancing energy efficiency and diversifying energy supply sources in rural areas. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 11 (5), 1114. [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.5\(45\).09](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.5(45).09)
22. Burlaka, O. A., Yakhin, S. V., Padalka, V. V., & Burlaka, A. O. (2021). 100 tons per hour, what is next? Let us compare and analyze characteristics of the latest models of highly productive combine harvesters. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 274–288. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.34>

#### ORCID

- V. Padalka  <https://orcid.org/0000-0002-4135-3318>
- O. Burlaka  <https://orcid.org/0000-0002-2296-7234>
- I. Rozhko  <https://orcid.org/0000-0002-0646-4004>
- Yu. Yatsenko  <https://orcid.org/0009-0009-5792-294X>
- M. Chumak  <https://orcid.org/0009-0005-4273-5130>



2023 Padalka V. et al. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

# *Scientific Progress & Innovations*

**2023**

***Vol. 26, No. 3***

Відповідальний редактор: Мельничук В. В.  
Літературний редактор: Дедушно А. В.  
Куратор з індексів DOI: Коваленко В. О.  
Комп'ютерна верстка та дизайн: Бережна Г. В.

Формат 60x90/8. Ум. друк. арк. 17,5. Тираж 200 пр. Зам. № 3.  
Видавець і виготовлювач: Полтавський державний аграрний університет.  
Адреса: 36003, м. Полтава, вул. Сковороди, 1/3.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7933 від 13.09.2023 р.