

**2023**

# **SCIENTIFIC**

Progress & Innovations



**Vol. 26**  
**Nº2**



# 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 Б 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/spi

## 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/spi

## 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-ШЬБРУДКА, 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. MARENICH, 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. KRUCHYNNENKO, 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. PRIYMA, 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

### Сільське господарство. Рослинництво

Гангур В. В., Космінський О. О. Формування фотосинтетично-активної поверхні рослин гібридів солянику залежно від норм добрив.	5	Hanhur V., Kosminskiy O. Formation of the photosynthetic-active surface of sunflower hybrid plants depending on fertilizer standards
Кобилінська О. М. Вплив строків сівби на вегетативні ознаки пшениці озимої в умовах Полтавської області	10	Kobylinska O. The impact of sowing time on vegetative characteristics of winter wheat in Poltava region
Короткова І. В., Карасенко В. М. Вплив систем удобрення на вміст основних елементів живлення у ґрунті та компоненти урожаю пшениці озимої	15	Korotkova I., Karasenko V. The effect of fertilizer systems on the main nutrition elements content in soil and winter wheat yield components
Костенко М. П. Біометричні показники та структура врожаю проса залежно від умов вирощування	21	Kostenko M. Biometric parameters and structure of millet yield depending on growing conditions
Купріянова Т. М., Антоненко М. О., Антоненко О. А. Особливості технології вирощування нових сортів картоплі на Поліссі України	27	Kupriyanova T., Antonets M., Antonets O. Peculiarities of the technology of growing new potato varieties in the Polissia of Ukraine
Онїпко В. В., Гордівська С. В. Вплив агроекологічних чинників на врожайність і якість лікарських культур	34	Onipko V., Hordivska S. The influence of agro-ecological factors on yield and quality of medicinal crops
Поліщук В. В., Коновалов Д. В. Якість травмованого насіння пшениці озимої залежно від умов його зберігання	39	Polishchuk V., Konovalov D. Quality of injured winter wheat seeds depending on storage conditions.
Холод С. М., Кір'ян В. М., Ільчов О. Г., Ляшенко В. В., Карасенко В. М. Визначення високопродуктивних сортів пшениці м'якої озимої за господарсько-цінними ознаками в зоні Південного Лісостепу України	44	Kholod S., Kirian V., Ilichov O., Liashenko V., Karasenko V. Determining highly productive soft winter wheat varieties by economically valuable signs in the zone of the Southern Forest-Steppe of Ukraine
Шакалій С. М., Юрченко С. О., Баган А. В., Мариніч Л. Г. Вплив сорту на прояв господарсько-цінних ознак гречки	51	Shakalii S., Yurchenko S., Bahan A., Marinich L. The influence of the variety on the manifestation of economic – valuable characters of buckwheat
Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Васильковська К. В., Ковальов М. М. Науково обґрунтована оптимізація агротехніки вирощування сої	56	Shepilova T., Petrenko D., Leshchenko S., Vasylykivska K., Kovalov M. Scientificly based optimization of agricultural techniques for growing soy
Коваленко Н. П., Поспелова Г. Д., Нечипоренко Н. І., Поспелов І. С. Видовий склад шкідливої ентомофауни шоломниці байкальської у Степовій зоні України	60	Kovalenko N., Pospelova G., Nechiporenko N., Pospelov I. Species composition of harmful entomofauna of Baikal skullcap in the Steppe zone of Ukraine

### Екологія

Писаренко В. М., Пішаленко М. А., Бараболя О. В., Красота О. Г., Мулер М. О. Аналіз стану дендрофлори паркових зон м. Полтави що до їх ураження омелою білою ( <i>Viscum album</i> L.)	65	Pysarenko V., Pishchalenko M., Barabolia O., Krasota O., Muler M. Analysis of the state of dendroflora of park zones in Poltava concerning its lesion by white mistletoe ( <i>Viscum album</i> L.)
---	----	---

### Сільське господарство. Тваринництво

Марченко В. А., Трішин О. К., Чигринов Є. І., Дроздов С. Є., Петраш В. С., Ткачов А. В., Пономарьова В. В. Енергоефективність виробництва продукції скотарства невеликого підприємства у межах системи параметрів і нормативів технологічних та технічних рішень	72	Marchenko V., Trishin O., Chyhyrnyov E., Drozdov S., Petrash V., Tkachov A., Ponomareva V. Energy efficiency of production of livestock products of a small enterprise within the limits of the system of parameters and norms of technological and technical solutions
Осіпенко І. С., Мерзлов С. В., Поліщук А. А., Мерзлова Г. В. Показники м'яса курчат-бройлерів за згодовування їм комбікорму із вмістом біомаси вермикультури	79	Osipenko I., Merzlov S., Polishchuk A., Merzlova H. Meat indicators of broiler chickens at their feeding by combined feed with vermiculture biomass content

### Ветеринарна медицина

Звенігородська Т. В., Туль О. І., Киричко Б. П., Дехнич І. С., Панасова Т. Г. Використання ультразвукового дослідження як методу діагностики патологій нирок у котів	84	Zvenihorodska T., Tul O., Kyrychko B., Dehnych I., Panasova T. Use of ultrasound examination as a method of diagnosis of kidney pathology in cats
Северин Р. В., Гонтар' А. М., Войтенко Р. В., Грінченко Д. М., Баско С. О. Вивчення поширеності та застосування терапевтичних заходів за асоційованого репродуктивно-респіраторного синдрому свиней у господарствах Полтавської області	89	Severin R., Gontar' A., Voitenko R., Hrinchenko D., Basko S. Study of the prevalence and application of therapeutic measures for the associated reproductive-respiratory syndrome of pigs in farms of the Poltava region
Котелевич В. А., Гуральська С. В., Гончаренко В. В. Вплив якості і безпечності харчових продуктів на здоров'я та добробут населення	96	Kotelevych V., Hural'ska S., Honcharenko V. The influence of the quality and safety of food products on the health and well-being of the population
Фещенко Д. В., Дубова О. А., Дубовий А. А. Порівняльна клінічна ефективність препаратів групи ізоксазолінів щодо кліщів <i>Sarcoptes canis</i>	105	Feshchenko D., Dubova O., Duboviy A. Comparative clinical effectiveness of preparations from the isoxazoline group against ticks <i>Sarcoptes canis</i>
Чулюк В. І., Данкович Р. С. Патоморфологічні зміни легень Червоновухих прісноводних черепах ( <i>Trachemys scripta elegans</i> (Wied, 1839)) при пневмонії та печінки за парентерального введення цефтіфуру	110	Chuliuk V., Dankovich R. Pathomorphological changes in the lungs of Red-eared turtles ( <i>Trachemys scripta elegans</i> (Wied, 1839)) with pneumonia and in the liver at parenteral administration of Cefitofur
Кулинич С. М., Крамаренко В. В., Зезекало М. А. Травматизм кінцівок у коней та способи лікування	116	Kulynych S., Kramarenko V., & Zezekalo M. Trauma of the limbs in horses and methods of treatment

### Технічні науки

Горик О. В., Брикун О. М., Іванов О. М., Ковальчук С. Б., Муравльов В. В. Автоматизована система дробоструминної обробки вільних поверхонь металевих виробів	122	Goryk O., Brykun O., Ivanov O., Koval'chuk S., Muravlov V. Automated system of shot blasting processing of free surfaces of metal products
---	-----	--

## CONTENTS

### Agriculture. Plant growing

Hanhur V., Kosminskiy O. Formation of the photosynthetic-active surface of sunflower hybrid plants depending on fertilizer standards	5
Kobylinska O. The impact of sowing time on vegetative characteristics of winter wheat in Poltava region	10
Korotkova I., Karasenko V. The effect of fertilizer systems on the main nutrition elements content in soil and winter wheat yield components	15
Kostenko M. Biometric parameters and structure of millet yield depending on growing conditions	21
Kupriyanova T., Antonets M., Antonets O. Peculiarities of the technology of growing new potato varieties in the Polissia of Ukraine	27
Onipko V., Hordivska S. The influence of agro-ecological factors on yield and quality of medicinal crops	34
Polishchuk V., Konovalov D. Quality of injured winter wheat seeds depending on storage conditions.	39
Kholod S., Kirian V., Ilichov O., Liashenko V., Karasenko V. Determining highly productive soft winter wheat varieties by economically valuable signs in the zone of the Southern Forest-Steppe of Ukraine	44
Shakalii S., Yurchenko S., Bahan A., Marinich L. The influence of the variety on the manifestation of economic – valuable characters of buckwheat	51
Shepilova T., Petrenko D., Leshchenko S., Vasylykivska K., Kovalov M. Scientificly based optimization of agricultural techniques for growing soy	56
Kovalenko N., Pospelova G., Nechiporenko N., Pospelov I. Species composition of harmful entomofauna of Baikal skullcap in the Steppe zone of Ukraine	60

### Ecology

Pysarenko V., Pishchalenko M., Barabolia O., Krasota O., Muler M. Analysis of the state of dendroflora of park zones in Poltava concerning its lesion by white mistletoe ( <i>Viscum album</i> L.)	65
---	----

### Agriculture. Animal breeding

Marchenko V., Trishin O., Chyhyrnyov E., Drozdov S., Petrash V., Tkachov A., Ponomareva V. Energy efficiency of production of livestock products of a small enterprise within the limits of the system of parameters and norms of technological and technical solutions	72
Osipenko I., Merzlov S., Polishchuk A., Merzlova H. Meat indicators of broiler chickens at their feeding by combined feed with vermiculture biomass content	79

### Veterinary medicine

Zvenihorodska T., Tul O., Kyrychko B., Dehnych I., Panasova T. Use of ultrasound examination as a method of diagnosis of kidney pathology in cats	84
Severin R., Gontar' A., Voitenko R., Hrinchenko D., Basko S. Study of the prevalence and application of therapeutic measures for the associated reproductive-respiratory syndrome of pigs in farms of the Poltava region	89
Kotelevych V., Hural'ska S., Honcharenko V. The influence of the quality and safety of food products on the health and well-being of the population	96
Feshchenko D., Dubova O., Duboviy A. Comparative clinical effectiveness of preparations from the isoxazoline group against ticks <i>Sarcoptes canis</i>	105
Chuliuk V., Dankovich R. Pathomorphological changes in the lungs of Red-eared turtles ( <i>Trachemys scripta elegans</i> (Wied, 1839)) with pneumonia and in the liver at parenteral administration of Cefitofur	110
Kulynych S., Kramarenko V., & Zezekalo M. Trauma of the limbs in horses and methods of treatment	116

### Technical sciences

Goryk O., Brykun O., Ivanov O., Koval'chuk S., Muravlov V. Automated system of shot blasting processing of free surfaces of metal products	122
--	-----

## Formation of the photosynthetic-active surface of sunflower hybrid plants depending on fertilizer standards

V. Hanhur  | O. Kosminskyi

### Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

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

**Citation:** Hanhur, V., & Kosminskyi, O. (2023). Formation of the photosynthetic-active surface of sunflower hybrid plants depending on fertilizer standards. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 5–9. doi: 10.31210/spi2023.26.02.01

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is one of the most widespread, highly productive and export-oriented oilseeds in the agricultural sector of Ukraine. The main key to growing consistently high yields of sunflower is the creation of prerequisites for increasing the productivity of their photosynthesis, that is, the synthesis of the maximum amount of organic matter per unit area of the leaf surface for a certain period of time. It was experimentally established that the use of fertilizers, especially nitrogen fertilizers, has a positive effect on the development of leaf surface of sunflower plants. According to the results of a short-term field experiment, it was found that in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, an increase in the content of nutrients in the soil by applying mineral fertilizers provided an increase in the leaf area of sunflower hybrids of different maturity groups. It was found that the early-ripening hybrid Oreol formed the maximum leaf area (29.6 thousand m<sup>2</sup>/ha) when applying mineral fertilizers at a dose of N<sub>70</sub>P<sub>100</sub>K<sub>80</sub>. It was established that the reduction of the dose of nitrogen and phosphorus fertilizers was accompanied by a decrease in the size of the leaf surface area, compared to the variant of applying the maximum dose of mineral fertilizers, the difference was 8.1–10.1 %. The mid-early hybrid formed almost the same leaf area, in particular 30.6 and 30.5 thousand m<sup>2</sup>/ha, for the application of both the full dose of mineral fertilizers N<sub>70</sub>P<sub>100</sub>K<sub>80</sub> and only nitrogen-phosphorus mineral fertilizers at a dose N<sub>70</sub>P<sub>100</sub>. The application of N<sub>70</sub>P<sub>100</sub> was better for the leaf surface growth of the mid-season hybrid Drive, where it was 31.0 thousand m<sup>2</sup>/ha. The application of medium doses of fertilizers, in particular N<sub>50</sub>P<sub>70</sub> and N<sub>70</sub>P<sub>100</sub>, by the influence on the leaf surface area formation of sunflower plants occupied an intermediate position. The exceeding of the control, by leaf area, was 17.7 and 19.7 %. It was established that, on average for the variants of the experiment, the leaf surface area of the early-ripening hybrid Oreol was the smallest and amounted to 27.2 thousand m<sup>2</sup>/ha. The leaf surface area of the mid-early hybrid Drive and mid-ripening hybrid Cadet was almost the same, but compared to the previous hybrid it was higher by 4.6–4.9 %.

**Keywords:** sunflower, hybrids, mineral fertilizers, leaf area, fertilizer dose.

## Формування фотосинтетично-активної поверхні рослин гібридів соняшнику залежно від норм добрив

В. В. Гангур | О. О. Космінський

Полтавський державний  
аграрний університет,  
Полтава, Україна

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) належить до найбільш поширених, високопродуктивних та експорторієнтованих олійних культур в аграрному секторі України. Експериментальним шляхом встановлено, що застосування добрив, насамперед азотних, має позитивний вплив на розвиток листової поверхні у рослин соняшнику. За результатами польового короткотермінового дослідження встановлено, що в умовах Лівобережного Лісостепу України збільшення вмісту поживних речовин в ґрунті шляхом внесення мінеральних добрив забезпечило збільшення площі листової поверхні посівів гібридів соняшнику різних груп стиглості. З'ясовано, що ранньостиглий гібрид Ореол максимальну площу листків (29,6 тис. м<sup>2</sup>/га) сформував за внесення мінеральних добрив в дозі N<sub>70</sub>P<sub>100</sub>K<sub>80</sub>. Виявлено, що зниження дози азотних і фосфорних добрив супроводжувалося зменшенням розміру площі листової поверхні, порівняно із варіантом внесення максимальної їх дози, різниця становила 8,1–10,1 %. Середньоранній гібрид формувал практично однакову площу листків, зокрема 30,6 і 30,5 тис. м<sup>2</sup>/га, за внесення як повного мінерального добрива (N<sub>70</sub>P<sub>100</sub>K<sub>80</sub>), так і лише азотно-фосфорних (N<sub>70</sub>P<sub>100</sub>). Фон мінерального живлення, який передбачав внесення N<sub>70</sub>P<sub>100</sub> був кращим для наростання листової поверхні і для середньостиглого гібриду Драйв, де вона становила 31,0 тис. м<sup>2</sup>/га. Внесення середніх доз добрив, зокрема N<sub>50</sub>P<sub>70</sub> і N<sub>70</sub>P<sub>100</sub>, за впливом на формування площі листової поверхні рослин соняшнику займало проміжне положення. Перевищення контролю, за площею листків, становило 17,7 і 19,7 %. Доведено, у середньому за варіантами дослідження у ранньостиглого гібриду Ореол площа листової поверхні була найменшою і становила 27,2 тис. м<sup>2</sup>/га. У середньораннього гібриду Драйв і середньостиглого Кадет вона була практично однаковою, але на 4,6–4,9 % більшою, порівняно із попереднім гібридом.

**Ключові слова:** соняшник, гібриди, мінеральні добрива, площа листків, доза добрив.

**Бібліографічний опис для цитування:** Гангур В. В., Космінський О. О. Формування фотосинтетично-активної поверхні рослин гібридів соняшнику залежно від норм добрив. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 5–9.

## Вступ

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) належить до найбільш поширених, високопродуктивних та економічно вигідних олійних культур в аграрному секторі України [21]. Зміни клімату та недостатня сприятливість погодних умов впродовж вегетаційного періоду, є передумовою стабільно великих посівних площ соняшнику і в найближчій перспективі, зважаючи на здатність культури формувати помірну врожайність насіння за дефіциту вологи та високого температурного фону [4–6, 20]. У загальній структурі посівів, площа зайнята соняшником постійно зростає. Так, у 2022 р., площа під соняшником становила 4573,8 тис. га або зросла на 76,0 %, порівняно з 1990 р. Подібна тенденція, щодо динаміки посівних площ соняшнику спостерігається і в умовах Полтавської області, де в 1995 р., культура була висіяна на площі 110,5 тис. га, а в 2016 і 2022 р., збільшилася, відповідно до 313,6 і 434,3 тис. га або у 2,8 і 3,9 разу.

Що стосується рівня продуктивності соняшнику в Україні, то у результаті впровадження сучасних гібридів культури, удосконалених технологічних прийомів, відзначено позитивну динаміку його зростання. Так, за практично однакової площі посіву як в 2011 р. (4534,3 тис. га), так і 2022 р. (4573,8 тис. га), урожайність насіння соняшнику збільшилася, відповідно із 1,92 т/га до 2,18 т/га або на 13,5 %.

Головною запорукою вирощування стабільно високих урожаїв польових культур є створення передумов для підвищення продуктивності їх фотосинтезу, тобто синтезу максимальної величини органічної субстанції на одиницю площі листової поверхні за певний відрізок часу [10, 18]. Шлях до вирішення вище зазначеного завдання – це формування посівів із максимально розвиненим листовим апаратом, який би впродовж тривалого часу вегетаційного періоду знаходився у активному, здатному до фотосинтезу стані [2, 14]. Площа листків має ключове значення у формуванні урожаю, адже саме в цьому структурному органі рослини відбувається фізіологічні процеси із створення органічної речовини, а також метаболітів для підтримки фотосинтезу [1]. Ряд науковців проводили дослідження із визначення оптимальної площі листової поверхні, однак при цьому робили висновок про негативний вплив понадміру розвиненої листової поверхні [16]. Результати досліджень Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН свідчать, що велика площа листової поверхні гарантує найбільший приріст врожаю лише за відповідних метеорологічних чинників. За сприятливих умов вирощування соняшник формує достатньо потужну листову поверхню, яка сягає 50–80 тис.м<sup>2</sup>/га [24]. Однак такий розмір листової поверхні утримується впродовж короткого періоду, тому що листя нижнього ярусу швидко підсихає і загальна їх площа зменшується.

Експериментальні дані науково дослідних установ свідчать, що зменшення асимілюючої поверхні призводить до зниження продуктивного потенціалу рослин. Однак, найбільш сприятливими для формування структурних елементів врожаю основних

культурних рослин є умови, коли загальна площа листків орієнтовно в 3–4 рази перевищує площу поля, яка зайнята рослинами [13].

Соняшник надзвичайно вимогливий до ґрунтових запасів поживних речовин відносно інших сільськогосподарських культур. Передусім ця культура використовує велику кількість калію. Однак, незважаючи на значне споживання цього елемента, соняшник, особливо на чорноземних ґрунтах, у більшій мірі потребує внесення азотних і фосфорних добрив. Окремі науковці наводять результати досліджень на підставі яких виявлено, що у разі вирощування соняшнику за інтенсивною технологією, заодно із внесенням мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту (N<sub>40</sub>P<sub>60</sub>) та в рядки одночасно із сівбою культури (N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>) високу ефективність має додаткове удобрення локально-стрічковим способом у передпосівний період, за якого туки розміщуються у шарі ґрунту 10–12 см [17], а також використання стимулюючих речовин впродовж періоду вегетації в якості позакореневих підживлень [22, 23].

Експериментальним шляхом встановлено, що застосування добрив, насамперед азотних, має позитивний вплив на розвиток листової поверхні у рослин соняшнику. Наявність азоту в достатній кількості зумовлює гальмування органогенезу рослин, зокрема проходження його другого етапу і цим самим активізує перебіг листоутворення. За внесення фосфорних добрив спостерігали зворотній процес, а саме прискорене проходження цього етапу органогенезу, результатом чого є зменшення кількості зачатків листків. Знання етапів життєвого циклу та технологічних прийомів регулювання швидкості їх проходження дає можливість проводити біологічний контроль за ростовими процесами та формуванням урожаю соняшнику [3]. Результати досліджень, які одержано в умовах північного сходу, свідчать, що максимальну листову площу формували рослини соняшнику на фоні внесення мінеральних добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>. Приріст площі листків, порівняно до контрольного варіанту становив 1245 см<sup>2</sup> або 31,3 % [9]. У дослідях А. В. Мельника, Д. М. Степаненко спостерігали формування найбільшої асиміляційної поверхні рослин соняшнику за використання під культуру максимальної дози азотних добрив N<sub>120</sub> [12].

Результати досліджень, які одержано в умовах недостатнього зволоження свідчать, що площа листків за передпосівної обробки насіння регулятором росту антиоксидантного типу АКМ була на 29,4 % більшою, порівняно з контролем. Поряд з цим 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>) це зростання становило, відповідно 13,3 та 17,1 %. За результатами статистичної обробки результатів досліджень встановлено кореляційний зв'язок середньої сили ( $r=0,547$ ) між площею листової поверхні посівів та врожайністю насіння соняшнику [8].

Дослідженнями, виконувалися впродовж 2018–2020 рр. на дослідному полі Навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету встановлено, що утворення максимальної площі листової поверхні соняшнику спостерігали за підживлення посівів стимулятором Церон (0,5 л/га) до 70,9–78,1 тис. м<sup>2</sup>/га,

або на 5,5–10,2 % більше проти контролю [25].

Вище приведений огляд наукових публікацій вітчизняних та іноземних авторів свідчить, що мінеральні добрива вважаються дієвим засобом впливу на формування площі листової поверхні та рівень врожайності.

### Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив різних рівнів мінерального живлення на формування площі листової поверхні гібридів соняшнику.

*Завдання дослідження:* дослідити вплив мінеральних добрив на формування індивідуальної площі листків рослини соняшнику; вивчити вплив різних рівнів удобрення на площу листової поверхні посівів гібридів соняшнику різних біотипів.

### Матеріали і методи

Дослідження із вивчення впливу різних рівнів мінерального живлення на площу листової поверхні соняшнику, проводили впродовж 2020–2022 рр., на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М. І. Вавилова. Основним типом ґрунту дослідної ділянки є чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий. Він характеризується наступними агрохімічними показниками: в шарі ґрунту 0–20 см містилося 4,1 % гумусу; лужногідролізованого азоту – 7,1 мг/100 г ґрунту (за Тюрніним та Коновою);  $P_2O_5$  – 12,8 мг/100 г ґрунту (за Чириковим);  $K_2O$  –

17,3 мг/100 г ґрунту (за Масловою), рН сольової витяжки ґрунтового розчину – 6,2.

Схема досліду включала контроль (без добрив) та чотири варіанти із внесенням мінеральних добрив (табл. 1). У досліді висівали три гібриди соняшнику різних груп стиглості, зокрема: Ореол (ранньо-стиглий), Кадет (середньоранній), Драйв (середньо-стиглий). Повторність дослідних варіантів триразова. Варіанти і повторення розміщені рендомізовано. Посівна площа елементарної ділянки становить 112 м<sup>2</sup>, облікової – 56 м<sup>2</sup>. Сівбу гібридів соняшника, що вивчали в досліді, проводили у кінці другої декади квітня, за стабільного прогрівання ґрунту на глибині загорання насіння до 7–8 градусів, із густиною стояння рослин 50 тис. шт./га. У сівозміні соняшник розміщували після пшениці озимої. В досліді використовували загальноприйнятту на виробництві регіону технологію вирощування соняшнику, за виключенням елементів, які були предметом вивчення. Площу листової поверхні гібридів соняшнику визначали у фазу цвітіння за А. А. Нічипорвичем [15].

### Результати та їх обговорення

На підставі одержаних результатів досліджень було виявлено істотні відмінності щодо впливу різного рівня мінерального живлення на формування площі листової поверхні рослин соняшнику. Встановлено, що із підвищенням дози мінеральних добрив збільшувався і розмір листової поверхні рослин культури (рис. 1).

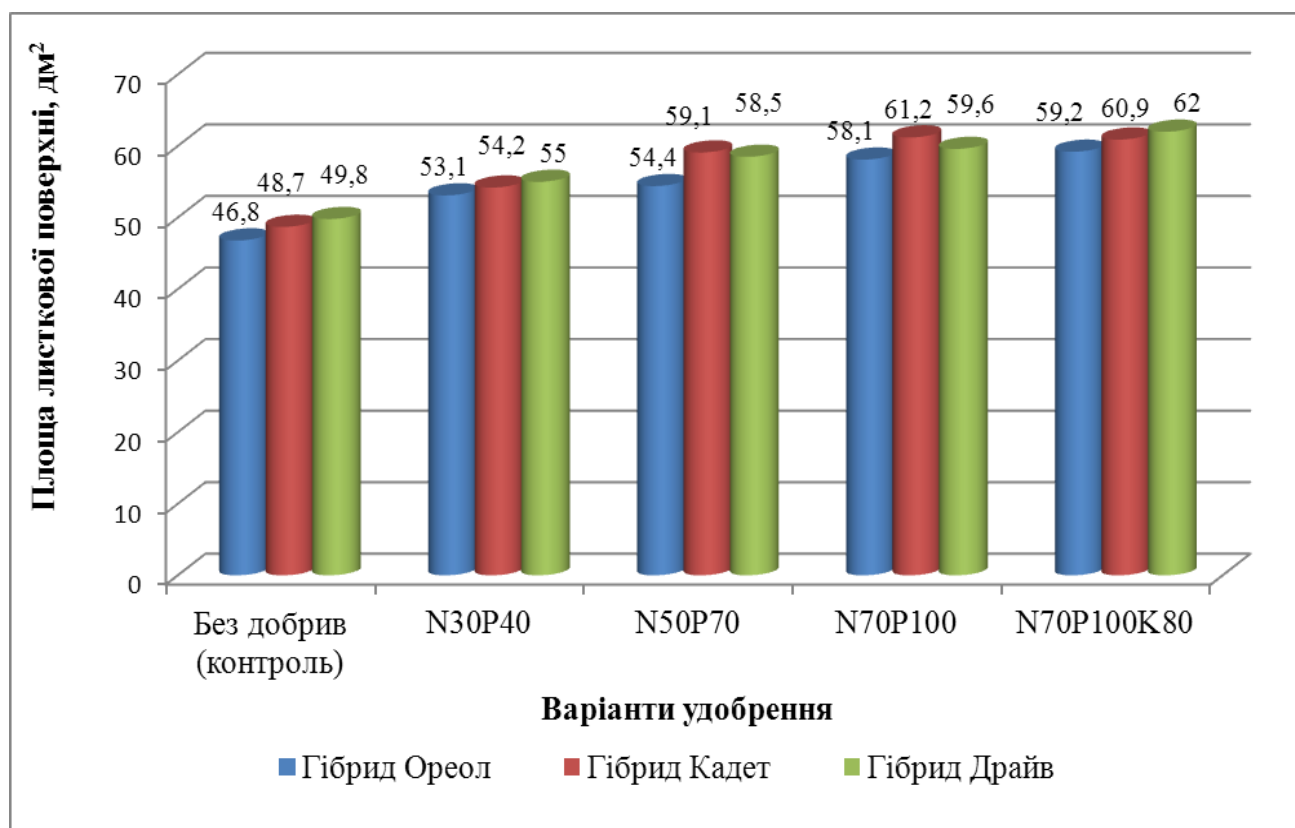


Рис. 1. Формування індивідуальної площі листової поверхні рослин гібридів соняшнику, (середнє за 2020–2022 рр.)

Так, у ранньостиглого гібриду Ореол максимального значення цей показник досягнув на варіанті із внесенням добрив в дозі  $N_{70}P_{100}K_{80}$ , і становив  $60,9 \text{ дм}^2$  на одній рослині, або  $30,5 \text{ тис.м}^2/\text{га}$  (табл. 1), що перевищувало контроль (без добрив) на  $12,4 \text{ дм}^2$  на одній рослині та на  $6,2 \text{ тис.м}^2$  з одиниці площі.

**Таблиця 1**

Площа листової поверхні гібридів соняшнику у фазу цвітіння залежно від дози добрив (середнє за 2020–2022 рр.)

Норми мінеральних добрив, кг/га д.в.	Площа листової поверхні, тис. м <sup>2</sup> /га		
	Ореол	Кадет	Драйв
Без добрив (контроль)	23,4	24,4	24,9
$N_{30}P_{40}$	26,6	27,1	27,5
$N_{50}P_{70}$	27,2	29,6	29,3
$N_{70}P_{100}$	29,1	30,6	29,8
$N_{70}P_{100}K_{80}$	29,6	30,5	31,0

За внесення аналогічної дози азоту і фосфору, але виключення із тукоsumіші калію, спостерігали зменшення площі листків однієї рослини лише на  $1,1 \text{ дм}^2$  або  $1,9 \%$ , а на площі  $1 \text{ га}$  – на  $0,5 \text{ тис.м}^2$  або  $1,8 \%$ . Дослідження свідчать, що зниження дози азотних і фосфорних добрив супроводжувалося зменшенням розміру площі листової поверхні, порівняно із варіантом внесення максимальної їх дози, різниця становила  $8,1\text{--}10,1 \%$ . Слід відзначити, що ці варіанти удобрення ( $N_{30}P_{40}$ ,  $N_{50}P_{70}$ ) хоч характеризувалися меншою площею листків, порівняно з максимальним фоном живлення, однак вони забезпечили збільшення листової поверхні посівів гібриду Ореол відносно контролю (без добрив) на  $13,7$  і  $16,2 \%$ .

За вирощування середньораннього гібриду Кадет внесення мінеральних добрив у дозах, що вивчали сприяли збільшенню асиміляційної поверхні, порівняно з контролем (без добрив) на  $2,7\text{--}6,1 \text{ тис.м}^2/\text{га}$  або  $11,1\text{--}25,4 \%$ . Найбільшу площу листової поверхні –  $60,9 \text{ дм}^2$  на одну рослину і  $30,6 \text{ тис.м}^2$  на один гектар, цей гібрид соняшнику формував за внесення азотно-фосфорних мінеральних добрив у дозі  $N_{70}P_{100}$ . Внесення повної дози мінеральних добрив в дозі  $N_{70}P_{100}K_{80}$  не сприяло збільшенню листового апарату соняшнику та за рівнем впливу на формування асиміляційної поверхні рослин не мало переваги над попереднім варіантом удобрення. Площа листків становила  $30,5 \text{ тис.м}^2/\text{га}$ .

У середньостиглого гібриду Драйв площа листової поверхні як однієї рослини, так і посіву поступово зростала із покращанням фону мінерального живлення. Так, за внесення мінімальної дози добрив  $N_{30}P_{40}$  розмір асиміляційної поверхні збільшився, порівняно з контролем, на  $10,4 \%$ , а у разі внесення максимальної дози  $N_{70}P_{100}K_{80}$  відзначено зростання даного показника на  $24,5 \%$ .

Що стосується площі листової поверхні за гібридами соняшнику, які вирощували в досліді, то слід відзначити, що у середньому за варіантами досліді у ранньостиглого гібриду Ореол вона була найменшою і становила  $27,2 \text{ тис.м}^2/\text{га}$ . У середньораннього

гібриду Драйв і середньостиглого Кадет вона була практично однаковою, але на  $4,6\text{--}4,9 \%$  більшою, порівняно із попереднім гібридом. Слід відзначити, що внесення мінеральних добрив, порівняно з контролем (без добрив), забезпечило збільшення площі листків у середньому за фонами живлення, у ранньостиглого гібриду Ореол на  $20,2 \%$ , середньораннього гібриду Драйв і середньостиглого Кадет, відповідно на  $20,7$  і  $18,1 \%$ .

Таким чином, результати проведених досліджень засвідчують, що внесення мінеральних добрив позитивно впливає на формування площі листової поверхні та вагомим фактором її регулювання за вирощування гібридів соняшнику різних біотипів.

Про високу ефективність добрив за впливом на розмір площі листків свідчать результати польових досліджень, які проводили впродовж 2017–2019 рр. на дослідному полі кафедри біології та агрономії ЛНУ ім. Тараса Шевченка (кліматична зона – Степ). Так, за внесення під соняшник амофосу  $60 \text{ кг/га}$  + аміачна селітра  $60 \text{ кг/га}$  площа листової поверхні у рослин культури зросла на  $24,2 \%$ , а за використання діамофоски  $100 \text{ кг/га}$  + аміачна селітра  $50 \text{ кг/га}$  – на  $29,6 \%$  [11]. Результати попередніх років досліджень Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова свідчать, що за внесення високих доз добрив істотно збільшувалась площа листової поверхні у всіх гібридів і сягала максимальних значень. Так, за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ , площа листової поверхні перевищувала контроль у гібриду Надійний на  $9,1$ , у гібриду Запорізький  $28$  – на  $8,0$  та у гібриду Сава – на  $8,0 \text{ тис. м}^2/\text{га}$  [19].

У досліді Л. А. Гарбара, Н. І. Довбаша, В. В. Венгера [7] максимальну площу листової поверхні  $48,5 \text{ тис. м}^2/\text{га}$  утворено у фазі цвітіння на варіанті із внесенням добрив у дозі  $N_{85}P_{110}K_{110}$  за вирощування гібриду Вольф.

## Висновки

За результатами польового короткотермінового досліді встановлено, що в умовах Лівобережного Лісостепу України збільшення вмісту поживних речовин в ґрунті шляхом внесення мінеральних добрив забезпечило збільшення площі листової поверхні посівів гібридів соняшнику різних груп стиглості. З'ясовано, що ранньостиглий гібрид Ореол максимальну площу листків ( $29,6 \text{ тис. м}^2/\text{га}$ ) сформував за внесення мінеральних добрив в дозі  $N_{70}P_{100}K_{80}$ . Вище зазначений фон мінерального живлення також був кращим для наростання листової поверхні і для середньостиглого гібриду Драйв, де вона становила  $31,0 \text{ тис. м}^2/\text{га}$ . Середньоранній гібрид формував практично однакову площу листків, зокрема  $30,6$  і  $30,5 \text{ тис. м}^2/\text{га}$ , за внесення як повного мінерального добрива ( $N_{70}P_{100}K_{80}$ ), так і лише азотно-фосфорних ( $N_{70}P_{100}$ ).

*Перспективи подальшої роботи в цьому напрямі.* Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні впливу різних рівнів удобрення на баланс вологи та забур'яненість посівів соняшнику.



## Конфлікт інтересів

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

## References

1. Bazalii, V. V., Domaratskyi, Ye. O., & Dobrovolskyi, A. V. (2016). Ahrotekhnichniy sposib prolonhatsii fotosyntetychnoi diialnosti roslyn soniashnyku. *Visnyk Ahrarnoi Nauky Prychornomor'ia*, 4 (92), 77–84 [in Ukrainian]
2. Borysenko, V. V. (2013). Lystkova poverkhnia ta fotosyntetychni potentsial posivu soniashnyku zalezno vid umov vyroshchuvannya. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 83, 79–84 [in Ukrainian]
3. Volf, V. H. (1972). *Soniashnyk*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian]
4. 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>
5. 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>
6. 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>
7. Harbar, L. A., Dovbush, N. I., & Venger, V. V. (2022). Formation of soybean productivity under the influence of inoculation, fertilizer, growth stimulants. *Agrarian Innovations*, 13, 24–29. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.3>
8. Yeremko, O. A. (2017). Sunflower productivity depending on mineral nutrition and presowing seed treatment in the conditions of insufficient moisture. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 25–30. <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.03.04>
9. Zhatov, O. H., Trotsenko, V. I., & Zhatova, H. O. (2004). Efektyvnist mineralnykh dobryv na posivakh soniashnyku. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1, 78–82 [in Ukrainian]
10. Kovalenko, O. A., Fedorchuk, M. I., Neroda, R. S., & Donets, J. L. (2020). Sunflower cultivation using micro-fertilizers and bacterial preparations. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 26–35. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.03>
11. Masliiov, S. V., Stepanov, V. V., & Shkvar, S. V. (2021). Urozhainist soniashnyku za riznykh system udobrennia. *Ahronom*. Retrieved from: <https://www.agronom.com.ua/urozhainist-sonyashnyku-za-riznykh-system-udobrennya> [in Ukrainian]
12. Melnyk, A. V., & Stepanenko, D. M. (2000). Vplyv azotnoho zhyvlennia na kondyterski vlastyvoli nasinnia soniashnyku. *Visnyk Sumskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu*, 4, 116–120 [in Ukrainian]
13. Nychyporovych, A. A. (1965). *Fotosyntezy v voprosy yntensyfykatsyy selskoho khoziaistva*. Moskva [in Russian]
14. Nychyporovych, A. O. (1982). *Fiziolohiia fotosyntezy i produktyvnist roslyn. Fiziolohiia fotosyntezy*. Moskva [in Russian]
15. Nychyporovych, A. A. (1964). O pryntsyapkakh sostavleniya prohramm fotosyntetycheskoi deiatelnosti rastenyi v posevakh. *Ahrokhymyia*, 12, 3–15 [in Russian]
16. Okanenko, A. S., Pochinok, H. N., & Mitrofanov, B. A. (1971). *Intensivnost i produktyvnost fotosinteza i ispolzovanie solnechnoy radiatsii posevami selskohozyajstvennykh rastenij. Fotosintezy, rost i ustojchivost rastenij*. Kiyiv: Naukova dumka, 5–28. [in Russian; in Ukrainian]
17. Podoprigrora, V. S., & Verhovskij, V. A. (1994). *Agrotehnika vy-rashivaniya podsolnechnika*. Dnepropetrovsk: Promin [in Russian; in Ukrainian]
18. Totskyi, 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>
19. Totskyi, V. M., & Poliakov, O. I. (2009). Vplyv mineralnykh dobryv na pokaznyky produktyvnosti ta yakosti nasinnia hibrvidiv soniashnyku. *Naukovo-Tekhnichniy Biulleten Instytutu Oliinykh Kultur UAAN*, 14, 232–237. [in Ukrainian]
20. Shakalii, S. M. (2017). Formuvannya vrozhaivosti ta yakosti nasinnia soniashnyku zalezno vid pozakorenevoho pidzhyvlennia. *Zernovi Kultury*, 1, 1, 69–74. [in Ukrainian]
21. Andrushevich, K. V., Nazarenko, M. M., Lykholat, T. Yu., & Grygoryuk, I. P. (2018). Effect of traditional agriculture technology on communities of soil invertebrates. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1), 33–40. [https://doi.org/10.15421/2018\\_184](https://doi.org/10.15421/2018_184)
22. Basile, B., Brown, N., Valdes, J. M., Cardarelli, M., Scognamiglio, P., Mataffo, A., Roupael, Y., Bonini, P., & Colla, G. (2021). Plant-Based Biostimulant as Sustainable Alternative to Synthetic Growth Regulators in Two Sweet Cherry Cultivars. *Plants*, 10 (4), 619. <https://doi.org/10.3390/plants10040619>
23. Caruso, G., De Pascale, S., Cozzolino, E., Giordano, M., El-Nakhel, C., Cuciniello, A., Cenvinzo, V., Colla, G., & Roupael, 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>
24. Domaratskiy, E. O., Bazaliy, V. V., Domaratskiy, O. O., Dobrovolskiy, A. V., Kyrychenko, N. V., & Kozlova, O. P. (2018). Influence of mineral nutrition and combined growth regulating chemical on nutrient status of sunflower. *Indian Journal of Ecology*, 45 (1), 126–129.
25. Tsyliuryk, O. I., Horshchar, V. I., Izhboldin, O. O., Kotchenko, M. V., Rumbakh, M. Y., Hotvianska, A. S., Ostapchuk, Y. V., Chornobai, V. H. (2021). The influence of biological products on the growth and development of sunflower plants (*Helianthus annuus* L.) in the northern steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (3), 106–116. [https://doi.org/10.15421/2021\\_151](https://doi.org/10.15421/2021_151)

## ORCID

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



2023 Hanhur V. and Kosminskyi 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.

## The impact of sowing time on vegetative characteristics of winter wheat in Poltava region

O. Kobylinska✉

### Article info

Correspondence Author

O. Kobylinska

E-mail:

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

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

**Citation:** Kobylinska, O. (2023). The impact of sowing time on vegetative characteristics of winter wheat in Poltava region. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 10–14. doi: 10.31210/spi2023.26.02.02

The research was conducted concerning the study of the manifestation level of soft winter wheat vegetative plant part depending on sowing time in Poltava region. The investigation was conducted during 2019–2020 in laboratory and field conditions of the Training and Production Center of Selection and Seed Growing of Field Crops at Poltava State Agrarian University (Poltava district). 75 samples of varieties and selection lines of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) bred in Poltava State Agrarian University and other selection establishments were taken as material for the research. Soft winter wheat samples were studied according to the following vegetative characteristics: plant height; straw thickness of the second internode; the amount of internodes; the length of the upper and lower internodes; ear length; plant and stem weight. Conducting general characteristics of the properties as to forming the signs of vegetative organs and their variability, it is necessary to note that, of course, they change under the influence of stressful climatic conditions. Moreover, some characteristics preserve definite conformities to natural laws that can be used in the modern technology of the selection process in order to raise plant yield capacity under climate change. It has been proven that different sowing time had inconsiderable effect on the formation of the following characteristics: straw thickness of the second internode, the amount of internodes, ear length, and stem weight. So, they are genetically determined and under late sowing time have reserves for the search and selection of genotypes by more straw thickness of the second internode, larger ear length, the optimal number of internodes, and stem weight. It has also been determined that at late sowing time the length of the upper and lower internodes inconsiderably decrease their level of formation, and plant weight, on the contrary, increases it. The obtained information is important in the selection process of soft winter wheat, as well as in studying the parent material and planning hybridizations.

**Keywords:** plant height, straw thickness, the amount of internodes, the length of internodes, ear length, plant weight, stem weight.

## Вплив строків сівби на вегетативні ознаки пшениці озимої в умовах Полтавської області

O. M. Кобилінська

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава,  
Україна

Проведено дослідження щодо вивчення рівня прояву ознак вегетативної частини рослин пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби в умовах Полтавської області. Дослідження здійснювалося протягом 2019–2020 років у лабораторних і польових умовах Навчально-виробничого центру селекції та насінництва польових культур Полтавського державного аграрного університету (Полтавський район). Матеріалом дослідження обрано 75 зразків сортів та селекційних ліній пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) озимої селекції ПДАУ й інших селекційних установ. Зразки пшениці м'якої озимої досліджувалися за такими вегетативними ознаками: висота рослин; товщина соломини другого міжвузля; кількість міжвузлів; довжина верхнього та нижнього міжвузлів; довжина колоса; маса рослини і стебла. Виконуючи загальну характеристику властивостей щодо формування ознак вегетативних органів і їх мінливість, необхідно зауважити, що вони, звісно, під впливом стресових кліматичних умов змінюються. При цьому, деякі ознаки зберігають певні закономірності, що можуть бути використані в сучасній технології селекційного процесу задля підвищення врожайності рослин в умовах зміни клімату. Доведено, що відмінні строки сівби мали незначний вплив на формування таких ознак: товщину соломини другого міжвузля, кількість міжвузлів, довжину колоса, масу стебла. Отже, вони є генетично детермінованими та за пізнього строку сівби мають резерви з пошуку і добору генотипів за товщею соломини другого міжвузля, більшою довжиною колоса, оптимальною кількістю міжвузлів і масою стебла. Також визначено, що довжина верхнього та нижнього міжвузля за пізнього строку сівби незначно зменшують свій рівень формування, а маса рослини, навпаки, – збільшує. Отримана інформація є важливою в селекційному процесі пшениці м'якої озимої, вивченні вихідного матеріалу та плануванні схрещувань.

**Ключові слова:** висота рослин, товщина соломини, кількість міжвузлів, довжина міжвузлів, довжина колоса, маса рослини, маса стебла.

**Бібліографічний опис для цитування:** Кобилінська О. М. Вплив строків сівби на вегетативні ознаки пшениці озимої в умовах Полтавської області. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 10–14.

## Вступ

Пшениця (*Triticum aestivum* L.), включаючи її озиму форму, є найважливішою культурою в світі поряд з рисом (*Oryza sativa* L.), кукурудзою (*Zea mays* L.) і соєю (*Glycine max* (L.) Merr.) [1, 2]. Зерно пшениці призначене для споживання людиною (забезпечує близько 20 % потреб людини в калоріях) та на корм тваринам [3]. Після переробки його використовують для виробництва борошна, круп, макаронних і хлібобулочних виробів або як добавку до інших харчових продуктів і кормів для тварин [4–6].

В той же час, глобальні зміни клімату призводять до зростання інтенсивності та частоти екстремальних погодних явищ, таких як високо- та низько-температурні стреси, підвищеної хмарності та злив, посух і повеней [7–9], мають значний вплив на агро-екологічне середовище, а також на ріст, розвиток і врожайність культур [10, 11]. Пшениця чутлива до зміни клімату, оскільки світло та температура є основними факторами навколишнього середовища, що впливають на процес розвитку культури [12]. Численні дослідження показали, що зміна клімату має загальний негативний вплив на врожайність пшениці озимої [13–16], оскільки змінено процес розвитку, виробничий потенціал та використання кліматичних ресурсів цією культурою [17–19].

У сільськогосподарській практиці термін сівби та норма висіву є двома важливими факторами, що впливають на структуру посівів і формування врожайності пшениці озимої. Оптимальний термін сівби дозволяє повністю використати теплові ресурси перед зимою, виростити міцну розсаду та покращити якість рослин, а також урожайність зерна пшениці [20]. Рання сівба в оптимальні строки є одним із найважливіших традиційних заходів для підвищення врожайності зерна пшениці озимої, в результаті якого відбувається швидке зростання рослин завдяки достатньому споживанню ґрунтових вод перед зимою. Тоді як за пізнього терміну сівби для підтримки та збільшення фотосинтетичного потенціалу рослинам пшениці потрібне додаткове зволоження [21].

У дослідженнях [22–25] також доведено, що оптимальний строк сівби дає найвищий урожай пшениці озимої. На основі експерименту на невеликій ділянці зниження врожайності зерна через двотижневу затримку посіву становить 15 %, тоді як затримка посіву на чотири тижні призводить до зниження врожайності приблизно на 30 % [26].

Oleksiak T. [27] підтвердив, що затримка посіву є важливим фактором ризику, який може знизити врожайність і який більш-менш суттєво може залежати від погодних умов та рівня технології вирощування протягом вегетаційного періоду. Рання та своєчасна сівба – важливий елемент агротехніки, що підвищує ймовірність отримання більшого врожаю [28]. Вищі врожаї після раннього посіву також були отримані в експериментах, проведених Muhammad Tahir et al. [29].

На дати сівби в різних регіонах впливають різні умови росту, такі як максимальна та мінімальна

температура, денне сонячне випромінювання, кількість опадів, період росту та генетичний потенціал пшениці. Пшениця озима потребує температури та світла для оптимального росту [30]. Фенологія пшениці, як правило, розглядається як зміна, що відбулася від появи сходів до зрілості, і вплив дат сівби та сортів, таким чином, тривалість і стадії фенологічних ознак є значущими показниками потенційної врожайності культури [31, 32].

## Мета дослідження

Мета дослідження полягає у вивченні рівня прояву ознак вегетативної частини рослин пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби в умовах Полтавської області.

*Завдання дослідження:* здійснити оцінку кліматичних умов за допомогою гідротермічного коефіцієнта зволоження за роки досліджень; проаналізувати ознаки вегетативних частин дослідних сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за строками сівби; зробити висновки щодо мінливості проаналізованих вегетативних ознак в залежності від строку сівби.

## Матеріали і методи

Дослідження проводилися впродовж 2019–2021 років на території НВЦ селекції та насінництва польових культур ПДАУ, дослідні поля якого розташовані у селі Бречківка Полтавського району. Господарство розміщено на території східно-степової зони Полтавської області, що включена до Південно-східної частини Сумсько-Миргородського агро-ґрунтового району лівобережної Лісостепової ґрунтово-кліматичної зони України. За рельєфом місцевість відноситься до рівнинно ґрунтового плато з балками. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений на карбонатному лесі. Орний шар ґрунту характеризується: рН – 5,7–6,8; гумус – 3,07–3,23 %; рухомий фосфор – 7–10 мг, калій – 12–18 мг на 100 г ґрунту.

Матеріалом дослідження обрано 75 зразків сортів та селекційних ліній пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) озимої селекції ПДАУ й інших селекційних установ. Закладка дослідів, оцінка й аналіз отриманих результатів проведено відповідно до методики Державного сорто випробування сільськогосподарських культур [33] і «Методики польового дослідів» [34]. Посів культури проводився касетною сівалкою на ділянках площею 1,6 м<sup>2</sup> рядковим способом з шириною міжрядь 42 см у такі строки: 1 вересня (ранній), 15 вересня (оптимальний), 1 жовтня (пізній). Сорт-стандарт висівали через 15 номерів. Для проведення структурного аналізу в лабораторних умовах перед збиранням вирізували 25 рослин з кожної ділянки відповідно до строку сівби. Для польових дослідів використана загальноприйнята агротехніка для сівби пшениці м'якої озимої в умовах даної агрокліматичної зони.

Структурний аналіз вегетативних частин проводився за допомогою програми Statistica 10.0 за такими

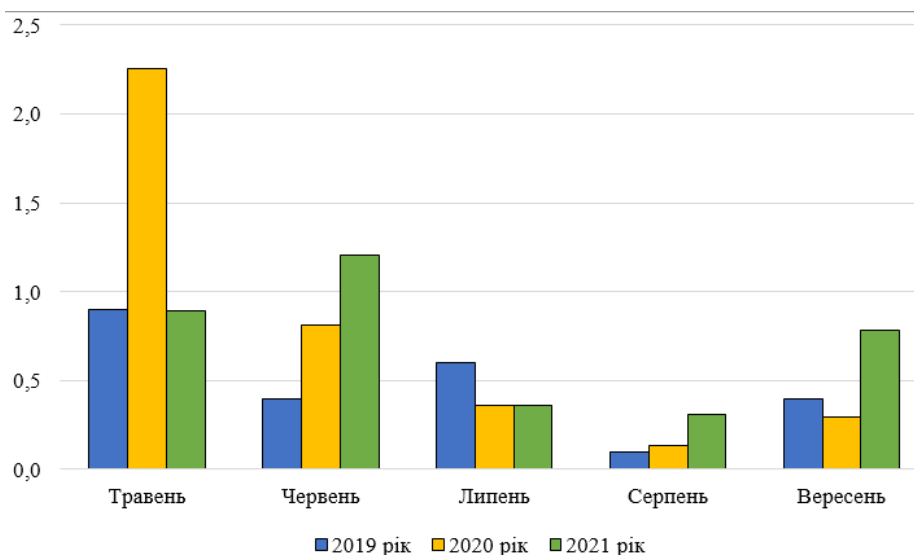
ознаками: висота рослин; товщина соломини другого міжвузля; кількість міжвузлів; довжина верхнього та нижнього міжвузлів; довжина колоса; маса рослини і стебла.

### Результати та їх обговорення

Вивчення рівня формування переліку ознак, які входять до вегетативної частини рослини пшениці озимої, обумовлено виконанням ними величезної ролі

у формотворчих процесах культури. Отримані результати дозволяють визначити найбільш сприятливі терміни сівби пшениці м'якої озимої, котрі дозволяють рослині адаптуватися до стресових умов середовища (недостатність вологи, високі температури).

Погодні умови за роками досліджень відрізнялися як за температурним режимом, так і за вологістю, що в результаті відобразилося у розрахованому гідротермічному коефіцієнту зволоження (рис. 1).



**Рис. 1.** Динаміка гідротермічного коефіцієнта зволоження в Полтавській області, 2019–2021 роки

Джерело: розраховано за [35–37].

Отже, у 2019 і 2021 роках травень характеризувався слабкою посушливістю, тоді як у 2020 році – була надмірна волога. Вже у червні мала місце сильна посуха (2019 рік), слабка посуха (2020 рік) і достатня зволоженість (2021 рік). Липень 2019 року був середньо посушливим, тоді як у 2020–2021 роках – дуже сильно посушливим, що продовжилося у серпні-вересні місяці кожного року (окрім 2021 року). Таким чином, кліматичні умови років досліджень

відрізнялися за метеорологічними умовами, що безпосередньо впливало на вегетацію рослин пшениці м'якої озимої.

Результати проведених досліджень щодо формування ознак вегетативних органів дослідних сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої залежно від терміну відновлення весняної вегетації за строками сівби наведені в таблиці 1.

### Таблиця 2

Рівень формування ознак вегетативних органів сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за різних строків сівби, середнє за 2019–2021 рр.

Ознаки	2019 рік			2020 рік			2021 рік*
	1.09	15.09	1.10	1.09	15.09	1.10	1.10
Висота рослини, см	99,8	92,6	84,3	89,8	89,8	90,4	80,5
Товщина соломини другого міжвузля, мм	4,0	4,0	4,1	3,9	3,9	3,9	3,7
Кількість міжвузлів, шт.	5,0	4,7	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Довжина верхнього міжвузля, см	35,7	35,3	34,6	36,6	36,3	36,8	32,6
Довжина нижнього міжвузля, см	4,7	3,9	4,0	3,7	3,7	3,7	3,5
Довжина колоса, см	9,8	10,0	10,2	8,9	9,1	9,2	9,3
Маса рослини, г	4,4	4,3	4,5	4,3	4,5	4,5	4,6
Маса стебла, г	1,6	1,5	1,4	1,2	1,2	1,2	1,4

\*Примітка. У 2021 році наведені дані тільки за пізній строк сівби пшениці озимої, оскільки отримані дані за ранній і оптимальний строки – вибракувані.

Оцінюючи результати, доцільно відзначити, що виконання важливих господарсько-біологічних функцій в онтогенезі рослин належить висоті рослин, котра має щільний зв'язок з іншими властивостями й ознаками, а також характеризується генетичною основою та високою спадковістю [38]. Відомо, що

висота й анатомічні особливості стебла впливають на стійкість рослини до вилягання, виконує надважливу роль у формуванні врожаю [39].

За раннього строку посіву рівень формування середньої висоти рослин був найбільшим у 2019 році, та поступово знижувався за термінами – з 99,8 см до

84,3 см (таблиця 1). Взагалі за ранніми строками сівби середнє значення цієї ознаки формувалося на рівні 89,8–99,8 см. За оптимальних строків сівби у 2019–2020 роках середня висота рослин перебувала у діапазоні 89,8–92,6 см, при чому у 2020 році за перших двох строків сівби ознака була однаковою. Середня висота рослини за пізнього строку сівби мала значення від 80,5 см (2021 рік) до 90,4 см (2020 рік).

У результаті досліджень [40] зроблені припущення, що ознака товщина соломини другого міжвузля є генетично обумовленою та може використовуватись, як маркерна ознака при відборах на продуктивність.

За отриманими результатами, товщина соломини другого міжвузля за середнім значенням не мала суттєвої різниці між строками сівби впродовж року та незначно відрізнялась за роками досліджень. Так, саме за пізніх строків сівби формувалося як найменше значення цієї ознаки у 3,7 мм (2021 рік), так і найбільше – 4,1 мм (2019 рік).

Кількість міжвузлів – це ознака, яка формується залежно від генотипу пшениці озимої та погоднокліматичних умов за роками вирощування. Згідно з даними досліджень [41] ця ознака не має суттєвого впливу на формування продуктивності колоса.

За нашими дослідженнями кількість міжвузлів формувалася з незначною різницею за строками сівби та роками досліджень і мала середнє значення 4,4–5,0 шт. При цьому, лише у 2019 році ця ознака змінювалася за строками сівби у сторону зменшення відповідно відкладання термінів.

Нами визначено, що довжина верхнього міжвузля різниться за строками сівби та роками досліджень. Так, за раннього строку сівби середня значення цієї ознаки перебувало в межах 35,7–36,6 см, за оптимального – 35,3–36,3 см, а за пізнього – 32,6–36,8 см. При цьому найбільший показник довжини верхнього міжвузля був за всіх строків сівби у 2020 році (з нестабільною динамікою щодо термінів), а середній – у 2019 році (зі зменшенням відносно термінів сівби). Переважно вплив на формування цієї ознаки здійснили погодні умови років дослідження.

Визначено, що довжина нижнього міжвузля дослідних сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за середнім значенням не значно різнилась за строками сівби у 2019 році (з нестабільною динамікою відносно термінів у межах 3,9–4,7 см) та була зовсім без змін у 2020 році (3,7 см). Найбільше значення цієї ознаки сформувалося за раннього строку сівби у 2019 році – 4,7 см, а найменше значення склало за пізнього строку сівби у 2021 році – 3,5 см. У цілому довжина нижнього міжвузля не спричинила суттєвого впливу на формування ознак продуктивності пшениці озимої, а більше залежала від погодних умов осені та весни.

Довжина колоса дослідних сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої різнилась за роками досліджень та строками сівби (таблиця 1). Середнє значення цієї ознаки формувалося від 8,9 см (2020 рік, ранній строк) до 10,2 см (2019 рік, пізній строк). Взагалі, за довжиною колоса простежується динаміка збільшення

відносно до відтермінування строків посіву та найбільше значення ознаки було у 2019 році (9,8–10,2 см).

Маса рослини особливо не зазнала змін за строками посіву та роками досліджень і перебувала у межах 4,3–4,6 г. Найменше середнє значення сформовано за оптимального строку сівби в 2019 і 2020 роках – 4,3 г, а найбільші – за пізніх строків сівби – 4,5–4,6 г (табл. 1).

Маса стебла характеризувалася найменшим середнім значенням у 2020 році за всіх строків сівби – 1,2 г, а найбільшим – 1,5–1,6 г за раннього й оптимального строків сівби 2019 року. У 2019 і 2021 роках за пізніх строків сівби отримано однакову середню масу стебла – 1,4 г, що на 16,7 % більше за відповідний показник у 2020 році.

## Висновки

Таким чином, за результатами проведених досліджень упродовж 2019–2021 років, із залученням великої вибірки дослідних сортів та селекційних ліній пшениці м'якої озимої, за нестабільних погодних умов, з визначення рівня формування та мінливості ознак вегетативних органів нами вивчено вісім кількісних ознак. Здійснюючи загальну характеристику властивостей щодо формування вегетативних ознак і їх мінливості, доцільно відзначити, що вони, безсумнівно, змінюються під впливом стресових кліматичних умов, однак окремі ознаки зберігають певні закономірності, котрі можна використовувати в сучасній технології селекційного процесу з метою підвищення продуктивності рослин за умов зміни клімату. Доведено, що різні строки сівби мали незначний вплив на формування товщини соломини другого міжвузля, кількості міжвузлів, довжини колоса, масу стебла. Отже, ці ознаки є генетично детермінованими та за пізнього строку сівби мають резерви щодо пошуку та добору генотипів з товщою соломини другого міжвузля, більшою довжиною колоса, оптимальною кількістю міжвузлів і масою стебла. Доведено, що довжина верхнього та нижнього міжвузля за пізнього строку сівби дещо зменшують свій рівень формування, а маса рослини, навпаки, збільшується. Отримана інформація є важливою в селекційному процесі, вивченні вихідного матеріалу та плануванні схрещувань.

*Перспективи подальших досліджень* передбачають аналіз рівня формування генеративних ознак сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої за строками сівби.

## Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

## References

1. 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>

2. 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>
3. 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>
4. Shewry, P. R. (2009). Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60 (6), 1537–1553. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp058>
5. Kong, L. G., Si, J. S., Zhang, B., & Feng, B. (2013). Environmental modification of wheat grain protein accumulation and associated processing quality: A case study of China. *Australian Journal of Crop Science*, 7, 173–181.
6. De Gobba, C., Olsen, K., & Skibsted, L. H. (2016). Components of wheat flour as activator of commercial enzymes for bread improvement. *European Food Research and Technology*, 242 (10), 1647–1654. <https://doi.org/10.1007/s00217-016-2663-7>
7. Cui, L. L., Shi, J., Du, H. Q., & Wen, K. M. (2017). Characteristics and trends of climatic extremes in China during 1959–2014. *Journal of Tropical Meteorology*, 23, 368–379. <https://doi.org/10.16555/j.1006-8775.2017.04.003>
8. Field, C., Barros, V., Stocker, T., & Dahe, Q. (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: Special report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
9. Jin, Z., Zhuang, Q., Tan, Z., Dukes, J. S., Zheng, B., & Melillo, J. M. (2016). Do maize models capture the impacts of heat and drought stresses on yield? Using algorithm ensembles to identify successful approaches. *Global Change Biology*, 22 (9), 3112–3126. <https://doi.org/10.1111/gcb.13376>
10. Bassu, S., Brisson, N., Durand, J., Boote, K., Lizaso, J., Jones, J. W., Rosenzweig, C., Ruane, A. C., Adam, M., Baron, C., Basso, B., Biernath, C., Boogaard, H., Conijn, S., Corbeels, M., Deryng, D., De Sanctis, G., Gayler, S., Grassini, P., & Waha, K. (2014). How do various maize crop models vary in their responses to climate change factors? *Global Change Biology*, 20 (7), 2301–2320. <https://doi.org/10.1111/gcb.12520>
11. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Gorb, O. O., & Chaika, T. O. (2019). Droughts in the context of climate changes in Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 134–146. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.18>
12. Liu, J., He, Q., Zhou, G., Song, Y., Guan, Y., Xiao, X., Sun, W., Shi, Y., Zhou, K., Zhou, S., Wu, Y., Ma, S., & Wang, R. (2023). Effects of sowing date variation on winter wheat yield: conclusions for suitable sowing dates for high and stable yield. *Agronomy*, 13 (4), 991. <https://doi.org/10.3390/agronomy13040991>
13. Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rotter, R. P., Lobell, D. B., Cammarano, D., Kimball, B. A., Ottman, M. J., Wall, G. W., & White, J. W. (2015). Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature Climate Change*, 5, 143–147.
14. Lobell, D. B., & Field, C. B. (2007). Global scale climate–crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environmental Research Letters*, 2 (1), 014002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/2/1/014002>
15. Tao, F., Zhang, S., & Zhang, Z. (2012). Spatiotemporal changes of wheat phenology in China under the effects of temperature, day length and cultivar thermal characteristics. *European Journal of Agronomy*, 43, 201–212. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.07.005>
16. You, L., Rosegrant, M. W., Wood, S., & Sun, D. (2009). Impact of growing season temperature on wheat productivity in China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149 (6–7), 1009–1014. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2008.12.004>
17. Li, R., & Geng, S. (2013). Impacts of climate change on agriculture and adaptive strategies in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 12 (8), 1402–1408. [https://doi.org/10.1016/s2095-3119\(13\)60552-3](https://doi.org/10.1016/s2095-3119(13)60552-3)
18. Li, K., Yang, X., Liu, Z., Zhang, T., Lu, S., & Liu, Y. (2014). Low yield gap of winter wheat in the North China Plain. *European Journal of Agronomy*, 59, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.04.007>
19. Xiao, D. P., Tao, F. L., Liu, Y. J., Shi, W. J., Wang, M., Liu, F. S., Zhang, S., & Zhu, Z. (2013). Observed changes in winter wheat phenology in the North China Plain for 1981–2009. *International Journal of Biometeorology*, 57, 275–285.
20. Zhang, X., Chen, S., Sun, H., Wang, Y., & Shao, L. (2010). Water use efficiency and associated traits in winter wheat cultivars in the North China Plain. *Agricultural Water Management*, 97 (8), 1117–1125. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.06.003>
21. Ma, S.-C., Wang, T.-C., Guan, X.-K., & Zhang, X. (2018). Effect of sowing time and seeding rate on yield components and water use efficiency of winter wheat by regulating the growth redundancy and physiological traits of root and shoot. *Field Crops Research*, 221, 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.02.028>
22. Yan, C. P., Zhang, Y. Q., Zhang, D. Y., & Dang, J. Y. (2008). Effects of sowing date and planting density on the grain's protein component and quality of strong and medium gluten winter wheat cultivars. *Journal of Applied Ecology*, 19 (8), 1733–1740.
23. Shah, W. A., Jehan, B., Tehseen, U., Abdul, W. Kh., Muhammad, Z., & Abdul, A. Kh. (2005). Effect of sowing dates on the yield and yield components of different wheat varieties. *Journal of Agronomy*, 5 (1), 106–110. <https://doi.org/10.3923/ja.2006.106.110>
24. Asgar, Sh., Hossein, H. Sh. A., Ghorban, N., Eslam, M. H., & Hamid, M. (2017). Effect of planting date on growth periods, yield, and yield components of some bread wheat cultivars in Parsabad Moghan. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 6 (4), 109–119.
25. Vahid, Kh., Gholamraza, Kh. N., Ghasem, M. N., & Khaton, Y. (2010). The effect of different sowing dates on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 1 (3), 77–82.
26. Podolska, G., & Wzyńska, M. (2011). The response of new winter wheat cultivars to density and sowing date. *Polish Journal of Agronomy*, 6, 44–51.
27. Oleksiak, T. (2014). Effect of sowing date on winter wheat yields in Poland. *Journal of Central European Agriculture*, 15 (4), 83–99. <https://doi.org/10.5513/jcea01/15.4.1513>
28. Gandjaeva, L. (2019). Effect of sowing date on yield of winter wheat cultivars Grom, Asr and Kuma in Khorezm region. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (3), 474–479.
29. Muhammad, T., Asghar, A., Muhammad, A. N., Akhtar, H., & Farhan, Kh. (2009). Effect of different sowing dates on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in District Jhang. *Pakistan Journal of Life and Natural Sciences*, 7 (1), 66–69.
30. Baloch, M. S., Shah, I. T. H., Nadim, M. A., Khan, M. I., & Khakwani, A. A. (2010). Effect of seeding density and planting time on growth and yield attributes of wheat. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 20 (4), 239–240.
31. Fazal, M., Muhammad, A., Jan, M. T., Kawsar, A., & Khan, M. J. (2015). Influence of sowing dates on phenological development and yield of dual purpose wheat cultivars. *Pakistan Journal of Botany*, 47 (1), 83–88.
32. Kobylinska, O. M. (2023). The effect of photosynthesis on wheat yield capacity under stress conditions. *Taurian Scientific Herald*, 131, 112–118. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.13>
33. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini*. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
34. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., & Korkovikhin, S. V. (2020). *Metodyka polovoho doslidu*. Odesa: Oldi+ [in Ukrainian]
35. Posukhy, zlyvy, vitry: pohodni pidsumky 2019. Retrieved from: <https://superagronom.com/articles/324-posuhi-zlyvi-vitri-pogodni-pidsumki-2019> [in Ukrainian]
36. Pohodni umovy 2020: opady, temperatura gruntu ta povitria. Retrieved from: <https://superagronom.com/blog/782-pogodni-umovi-2020-opadi-temperatura-gruntu-temperatura-povitrya> [in Ukrainian]
37. Analiz pohodnykh umov v Ukraini v 2021 rotsi. Retrieved from: <https://superagronom.com/blog/871-analiz-pogodnih-umov-v-ukrayini-v-2021-rotsi> [in Ukrainian]
38. Orliuk, A. P., Honchar, O. M., & Usyk, L. O. (2006). *Henetychni markery pshenytsi*. Kyiv: Alefa [in Ukrainian]
39. Ulich, L. I., & Ulich, O. L. (2006). *Vplyv vysoty roslyn sortiv pshenytsi ozymoi na stikist do vyliahannia i produktyvnist posiviv. Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. Kyiv: Alefa. [in Ukrainian]
40. Tishchenko, V. N. (2012). Genetic correlations of the trait straw thickness of the second internode in varieties and lines of winter wheat. *Breeding and Seed Production*, 101, 13–19.
41. Husenkova, O. V. (2021). *Morfo-henetychni proiav kilkykh oznak pshenytsi ozymoi v umovakh Lisostepu Ukrainy. Candidate's thesis*. Kharkiv [in Ukrainian].

## ORCID

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



2023 Kobylinska 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.

## The effect of fertilizer systems on the main nutrition elements content in soil and winter wheat yield components

I. Korotkova  | V. Karasenko

### Article info

Correspondence Author

I. Korotkova

E-mail:

[2irinakorotkova10@gmail.com](mailto:2irinakorotkova10@gmail.com)

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

**Citation:** Korotkova, I., & Karasenko, V. (2023). The effect of fertilizer systems on the main nutrition elements content in soil and winter wheat yield components. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 15–20. doi: 10.31210/spi2023.26.02.03

The obtaining grain of high and stable quality largely depends on a scientifically based method of the fertilizers applying in combination with growth stimulators and microelements that activate the life plants processes, increase yield and quality of products, strengthen the protective potential and improve tolerance to adverse cultivation conditions. The study aim is to determine the effectiveness of the mineral fertilizers with humic preparation mixtures on the dynamics of the main nutrients content (nitrogen, phosphorus and potassium) in the soil and on the winter wheat yield components. The experimental study was carried on typical heavy loam chernozems in the Poltava regions using soft winter wheat Podolyanka cultivar. The experimental design provided for six fertilization systems: ammonium nitrate, urea, carbamide-ammonia mixture (CAM) and their mixtures with Humisol-prima. The experimental design provided for six fertilization systems: ammonium nitrate, urea, carbamide-ammonia mixture and their mixtures with Humisol-prima. The significant effect of the nitrogen fertilizers mixtures with humic preparation: urea + Humisol-prima and CAM + Humisol-prima on the nutrients' accumulation in the soil were determined. The use of the urea + Humisol-prima mixture contributed to an increase in the alkaline hydrolysable nitrogen content by 6.1 %, total nitrogen content by 14 %, mobile phosphorus – by 18.8 %, and exchangeable potassium – by 23 % compared to pure urea. The maximum increase in the main nutrients content in the soil was observed when applying of CAM + Humisol-prima (1:1) mixture compared to the use of pure CAM: alkaline hydrolysable nitrogen – by 8 %, total nitrogen – by 17 %, mobile phosphorus – by 24.1 % and exchangeable potassium – by 23 %. The use of mixtures of nitrogen fertilizers with a humic preparation ensured an intensive increase in the main indicators of the yield structure elements. It was found that obtaining maximum values of the yield structure elements is possible under using of CAM + Humisol-prima mixture (relative to pure CAM): an increase in productive tillering by 17.1 %, grain weight per spike – by 22.4 %, 1000-grain weight – by 11 %.

**Keywords:** winter wheat, humic preparations, alkaline hydrolysable nitrogen, total nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium, yield components.

## Вплив систем удобрення на вміст основних елементів живлення у ґрунті та компоненти урожаю пшениці озимої

I. В. Короткова | В. М. Карасенко

Полтавський державний аграрний університет,  
м. Полтава, Україна

Отримання зерна високої та сталої якості в значній мірі залежить від науково обґрунтованого способу внесення добрив у поєднанні зі стимуляторами росту й мікроелементами, які активізують життєві процеси рослин, підвищують урожайність та якість продукції, посилюють захисний потенціал і покращують толерантність до несприятливих умов вирощування. Мета дослідження – визначення ефективності впливу сумішей мінеральних добрив з гуміновим препаратом на динаміку вмісту основних елементів живлення (азоту, фосфору та калію) в ґрунті та компоненти врожаю пшениці озимої. Дослідження проводилося в умовах Полтавської області на чорноземах типових важко суглинкових з використанням пшениці озимої м'якої сорту Подолянка. Варіанти досліду передбачали шість систем удобрення: аміачна селітра, карбамід, КАС та їх суміші з Гумісол-прима. Визначено суттєвий вплив сумішей азотних добрив з гуміновим препаратом: карбамід + Гумісол-прима та КАС + Гумісол-прима на накопичення елементів живлення у ґрунті. Застосування суміші карбамід + Гумісол-прима сприяло збільшенню вмісту (порівняно з чистим карбамідом): лужногідролізованого азоту – на 6,1 %, загального азоту – на 14 %, рухомого фосфору – на 18,8 %, обмінного калію – на 23 %. Максимальне збільшення вмісту основних елементів живлення у ґрунті спостерігали за внесення суміші КАС + Гумісол-прима (1:1) порівняно з використанням чистої КАС: лужногідролізованого азоту – на 8 %, загального азоту – на 17 %, рухомого фосфору – на 24,1 % і обмінного калію – на 23 %. Використання сумішей азотних добрив з гуміновим препаратом забезпечило інтенсивне збільшення показників основних елементів структури врожайності. Встановлено, що отримання максимальних значень компонентів врожаю пшениці озимої можливе за використання суміші КАС + Гумісол-прима (відносно чистої КАС): збільшення продуктивного кущення на 17,1 %, маси зерна з одного колоса – на 22,4 %, ваги 1000 зерен – на 11 %.

**Ключові слова:** пшениця озима, гумінові препарати, лужногідролізований азот, загальний азот, рухомий фосфор, обмінний калій, компоненти врожаю.

**Бібліографічний опис для цитування:** Короткова І. В., Карасенко В. М. Вплив систем удобрення на вміст основних елементів живлення у ґрунті та компоненти урожаю пшениці озимої. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 15–20.

## Вступ

Пшениця є однією з найважливіших зернових культур, що вирощуються на планеті. Станом на 2021 рік пшениця вирощувалась приблизно на 217 мільйонах гектарах землі в усьому світі, що робить її найпоширенішою культурою у світі. Серед усіх країн у світі, що займаються вирощуванням пшениці, Україна посідає сьоме місце та, за прогнозами, повинна була стати п'ятим за величиною експортером у 2021/22 маркетингових роках. У 2021 році український експорт пшениці здійснювався до Єгипту, Індонезії, Туреччини, Пакистану та Бангладеш і оцінювався в 5,1 млрд доларів. До лютого 2022 року Україна відвантажила приблизно 95 відсотків очікуваного експорту пшениці за маркетинговий рік [1].

Серед усіх зернових в Україні пшениця озима становить близько 97 відсотків загального виробництва пшениці. Посівні площі під озимими зерновими в Україні становлять близько 8 мільйонів гектарів і до 7 мільйонів із них щорічно займає пшениця [2]. Сучасне сільськогосподарське виробництво має в своєму розпорядженні багато ефективних засобів підвищення врожайності пшениці. Відносно технології вирощування пшениці озимої, то отримання зерна високої та сталої якості значною мірою залежить від науково обґрунтованого способу внесення добрив у поєднанні зі стимуляторами росту й мікроелементами, які активізують життєві процеси рослин, підвищують урожайність та якість продукції, посилюють захисний потенціал і покращують толерантність до несприятливих умов вирощування [3].

Особливої актуальності наразі набувають технології з використанням гумінових речовин, які можуть взаємодіяти з органічними молекулами ксенобіотиків, такими як пестициди, і впливати на доступність поживних речовин (N, S, P), особливо тих, які присутні в ґрунті в дуже низькій концентрації [4, 5]. Крім того, вони здатні здійснювати різні морфологічні, та біохімічні ефекти протягом вегетації рослин [6, 7]. Ці позитивні ефекти пояснюються взаємодією між гуміновими сполуками та фізіологічними і метаболічними процесами, які відбуваються у рослинах. Додавання гумінових речовин стимулює поглинання поживних речовин, проникність клітин і, регулює механізми, що беруть участь у стимуляції росту рослин [8–10].

Важливу роль відіграють гумінові речовини окремо або в поєднанні з мінеральними добривами в регулюванні впливу несприятливих погодних умов, забезпечуючи стійкість рослин до посухи або надлишку вологи при вирощуванні зернових культур в богарних умовах [11–13].

Їх дія в початковий період розвитку рослин, особливо гумінової кислоти, і в період, коли зовнішні умови створюють стрес для рослин (при посухах або заморозках) є вирішальною [14–17], особливо при вирощуванні зернових культур в умовах Лісостепу України, а, отже, і в Полтавській області. Встановлено, що використання гумінових препаратів у живленні сільськогосподарських культур може зменшити негативну дію нестачі вологи до 20 % [18].

Отже, для отримання високих і стійких урожаїв пшениці озимої необхідним фактором є керування ростом і розвитком культур за допомогою відповідних агротехнічних заходів [19, 20], які включають оптимальні способи живлення культури з використанням препаратів природного походження, що дозволяє отримувати екологічно чисту продукцію і зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

## Мета дослідження

Мета дослідження полягає у визначенні ефективності впливу сумішей мінеральних добрив з гуміновим препаратом на динаміку вмісту основних елементів живлення (азоту, фосфору і калію) в ґрунті та компоненти врожаю пшениці озимої.

*Завдання дослідження:* провести аналіз впливу мінеральних добрив та їх сумішей з гуміновим препаратом на вміст азоту, фосфору та калію у верхньому шарі ґрунту 0–20 см перед посівом пшениці озимої; встановити залежність елементів структури врожаю пшениці озимої від варіантів живлення та визначити такий, що призводить до максимального ефекту.

## Матеріали і методи

Полеві дослідження проводилися в умовах СТОВ «Агрофірма Оржицька» Оржицького району Полтавської області в продовж 2019–2022 років. Для проведення дослідження було обрано пшеницю озиму м'яку сорту Подольянка.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий важко суглинковий з вмістом гумусу в орному шарі 4,8–5,1%,  $pH_{KCl} = 5,7$ , вміст фосфору – 8,9 мг/кг ґрунту, вміст азоту загального – 14,6 мг/кг (лужно-гідролізованого – 10,3 мг/кг), вміст калію – 68,7 мг/кг.

Оскільки вміст нітрогену в ґрунті достатньо низький (14,6 мг/кг), з метою збагачення ґрунту азотом, як попередник використовували горох. Після збирання попередника проводили дискування ґрунту на глибину 8–10 см дисковим знаряддям БДТ-7, під час якого більшу частину рослинних залишків гороху перемішали та заклали в ґрунт. Після в ґрунт були внесені мінеральні та комбіновані добрива. Основний обробіток ґрунту включав оранку на глибину 10–12 см плугом навісним КПС-4.

Передпосівний обробіток включав культивування ґрунту з боронуванням на глибину 5–6 см. Перед посівом насіння пшениці озимої обробили фунгіцидом Максим, КС з розрахунку – 2 л/т (діюча речовина – 25 г/л флудіоксонілу) для захисту від хвороб, що передаються з насінням і через ґрунт.

Спосіб сівби насіння – звичайний рядковий. Норма висіву насіння становила – 5,5–6,0 млн штук схожого насіння на гектар. Загортання насіння при сівбі проводили на глибину 6–8 см, після чого проводили коткування за допомогою знаряддя ЗККШ-6.

Посівна площа земельної ділянки – 1 га, облікова – 0,8 га. Повторність досліду триразова, розміщення варіантів рендомізоване.



У весняний період (у фазу кущення) для боротьби з дводольними бур'янами посіви пшениці обприскували гербіцидом Пріма, SE (0,5 л/га), витрата робочої рідини – 200 л/га.

Захист посівів від шкідників проводили за допомогою інсектициду фосфорорганічного походження Акцент (діюча речовина диметоат) з розрахунку – 1,5 л/га. Як фунгіцид використовували Імпакт 25 SC (діюча речовина флутриафол) – 0,5 л/га.

Схема удобрення передбачала:

1. Під час основного обробітку ґрунту, задля задовільного живлення рослин пшениці впродовж всієї вегетації та для посиленого розвитку кореневої системи культури, підвищення стійкості до морозів вносили нітроамофоску з NPK 8:24:24 на всі дослідні ділянки

2. Весняне підживлення (регенеративне) проводилось у фазу «вихід у трубку» і включало такі варіанти удобрення:

Варіант 1: Аміачна селітра, 120 кг/га.

Варіант 2: Карбамід, 100 кг/га.

Варіант 3: Карбамідно-аміачна суміш (КАС-32), 100 кг/га.

Варіант 4: Суміш аміачної селітри і Гумісол-пріма (1 : 1).

Варіант 5: Суміш карбаміду і Гумісол-пріма (1 : 1).

Варіант 6: Суміш КАС і Гумісол-пріма (1 : 1).

Представником гумінових препаратів було обрано препарат Гумісол-пріма, який містить такі діючі речовини: азот, оксид фосфору, оксид калію, магній, сірка; мікроелементи (Cu, Zn, Fe, Mn, Mo, Co, B, Se), гумінові речовини (гумати та фульвові кислоти). Концентрація діючої речовини: гумінові речовини, 1,0–5,0 % + N, не менше 0,01 % + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, не менше 0,01 % + K<sub>2</sub>O, не менше 0,01 % + мікроелементи [21].

Норма внесення робочого розчину Гумісол-пріма становила 250 л/га.

3. Вдруге, підживлення проводили в таких же варіантах на IV етапі органогенезу (у фазу «початок колосіння»), одразу після внесення гербіциду.

Збирання врожаю проводили у фазі повної стиглості прямим комбайнуванням.

Визначення вмісту макроелементів (N, P, K) у ґрунті дослідних ділянок виконували у лабораторії Загальної біотехнології Полтавського державного аграрного університету за допомогою Фотометру компанії Palintest, призначеного для аналізу ґрунту на вміст макро- та мікроелементів (нітрати, нітрити,

фосфати, калій, магній, кальцій, алюміній, амоніак, хлориди, мідь, залізо, манган, сульфати).

## Результати та їх обговорення

Всі добрива, що досліджуються, різняться за вмістом елементів живлення та способом засвоєння їх рослинами. Мінеральні азотні добрива представлені в амонійній, нітратній і амідній формах. Рослини мають доступ до амонійного та нітратного азоту, тоді як амідний азот безпосередньо недоступний рослинам, а може бути використаний ними після його перетворення в амонійну форму під впливом ферменту уреазы.

Традиційне азотне добриво – аміачна селітра, що містить азот у двох формах: амонійній (17 %) і нітратній (17 %), який одразу після внесення потрапляє до кореневої системи рослини. Загальний вміст азоту в селітрі становить у середньому 25–35 %.

Другий варіант удобрення представлений карбамідом, в якому переважна форма азоту – амідна, яка достатньо легко засвоюється рослинами. Вміст азоту досягає ~ 46 %.

Третій варіант азотного добрива – карбамідно-аміачна суміш (КАС), яка містить одночасно всі три форми азоту: 16 % – азоту амідного, 8 % – амонійного, 8 % – нітратного. На відміну від інших дорив, амонійний азот з КАС не потрапляє безпосередньо до рослини, а накопичується у ґрунті. Амідний азот легко потрапляє через листову пластинку, але під дією тепла та ґрунтових мікроорганізмів поступово через амонійну форму перетворюється в нітратну. Саме тому дане добриво має пролонговану дію. Залежно від виробника вміст карбаміду та нітратного азоту в КАС може варіювати та становити від ~ 32–38 % і 38–41 % відповідно.

При використанні будь-якого азотного добрива, слід враховувати втрати азоту через випаровування NH<sub>3</sub>. Найвищий відсоток азоту втрачає карбамід (до 40 %), аміачна селітра (до 20 %) і найменша кількість азоту втрачається при використанні КАС (3–5 %). Тому, для досягнення високої продуктивності будь-якої культури необхідно здійснювати моніторинг елементів живлення протягом всього процесу вирощування, починаючи з їх визначення у ґрунті перед висівом насіння.

Нами проведено визначення вмісту основних елементів живлення (N, P, K) у верхньому шарі ґрунту дослідних ділянок (таблиця 1).

**Таблиця 1**

Вміст основних елементів живлення рослин пшениці у ґрунті дослідних ділянок, мг/кг ґрунту

Варіант досліджу	N загальний	N лужногідролізований	P	K
Аміачна селітра	17,3	12,2	10,1	78,6
Карбамід	18,6	14,8	12,2	84,5
КАС	22,3	16,1	13,7	92,2
Аміачна селітра + Гумісол-пріма	19,0	12,8	11,2	97,1
Карбамід + Гумісол-пріма	21,2	15,7	14,5	105,6
КАС + Гумісол-пріма	26,0	17,4	17,0	113,2

Отримані результати свідчать, що внесення різних форм добрив сприяє збільшенню концентрації поживних елементів у ґрунті, але ступінь їх впливу

неоднозначна. Найменший вміст всіх поживних елементів спостерігали на ділянці, удобреній аміачною селітрою, але у порівнянні з ґрунтом до

внесення селітри (фон) вміст фосфору збільшився на 13,5 %, вміст азоту загального – на 18,5 %, вміст калію – на 14,6 %.

Сумісне внесення азотних добрив з гуміновим препаратом Гумісол-прима сприяло збільшенню вмісту азоту загального при використанні аміачної селітри + Гумісол-прима – на 10 %, карбаміду + Гумісол-прима – на 14 % і КАС + Гумісол-прима – на 17 % відносно монодобрив, тобто, аміачної селітри, карбаміду та КАС відповідно. Також, спостерігали збільшення вмісту лужно-гідролізованого азоту, який корелював зі зростанням загального азоту, приріст становив ~ 5,0 %, 6,1 % та 8,0 % внаслідок внесення аміачної селітри + Гумісол-прима, карбаміду + Гумісол-прима і КАС + Гумісол-прима відповідно.

Суттєво змінився вміст фосфору в ґрунті в наслідок внесення вказаних сумішей. Так, найбільше збільшення вмісту фосфору (24,1 %) спостерігали на

ділянках, де в ґрунт вносили суміш КАС + Гумісол-прима. На ділянках, де вносили суміші аміачної селітри + Гумісол-прима та карбаміду + Гумісол-прима збільшення вмісту фосфору становило ~11 % та 18,8 % відповідно.

Вміст обмінного калію у ґрунті також не залишився незмінним, його збільшення на всіх ділянках після внесення у ґрунт дослідних сумішей азотних добрив спостерігали на ділянці, удобреній сумішшю КАС+Гумісол-прима. Вміст азоту збільшився на 17 %, фосфору – на 24,1 %, калію – на 23 %.

Таким чином, максимальний ефект на накопичення азоту, фосфору та калію у ґрунті в наслідок внесення добрив спостерігали на ділянці, удобреній сумішшю КАС+Гумісол-прима. Вміст азоту збільшився на 17 %, фосфору – на 24,1 %, калію – на 23 %.

Результати аналізу впливу форм добрив на компоненти врожаю пшениці озимої сорту Подолянка представлені на рисунку 1. Аналіз даних дозволяє оцінити роль різних форм добрив у формуванні врожайності пшениці озимої сорту Подолянка.

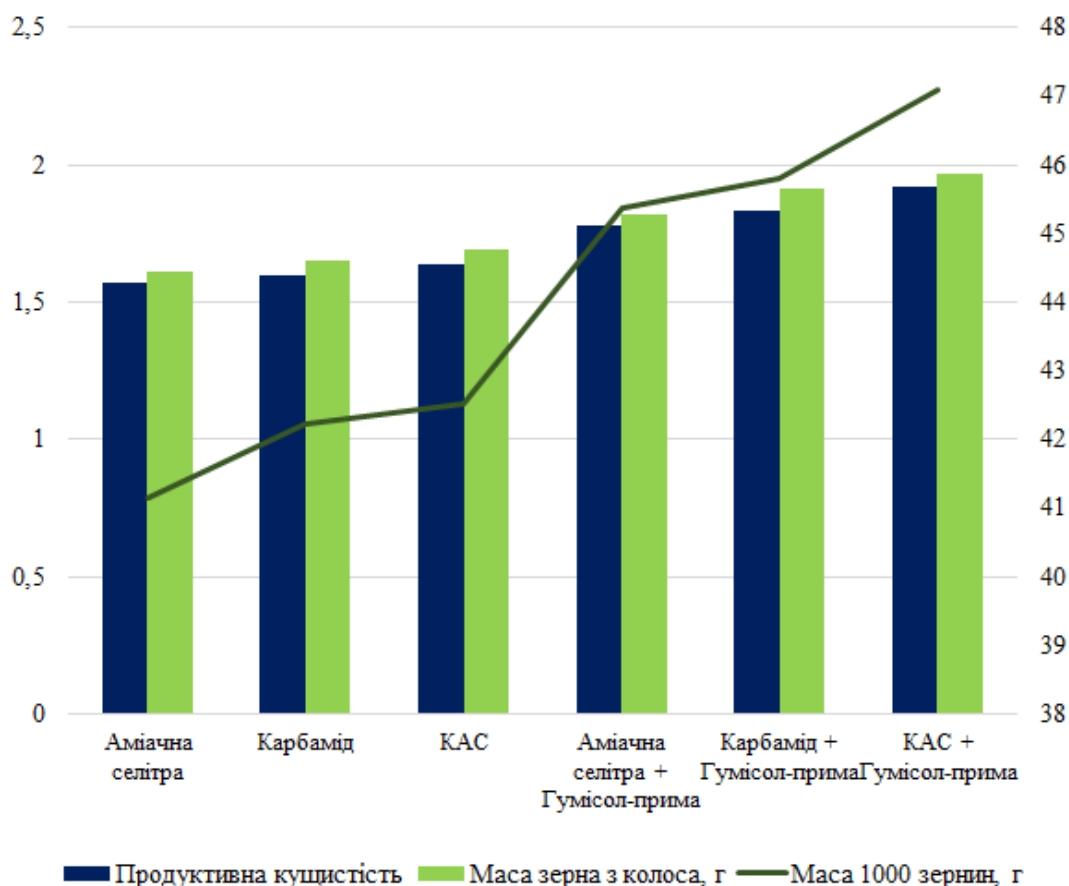


Рис. 1. Компоненти врожаю пшениці озимої сорту Подолянка за різних варіантів удобрення (середній показник)

Найвищий показник продуктивного куцання рослин пшениці (1,92) спостерігали на варіанті, де для удобрення використовували карбамідно-аміачну суміш + Гумісол-прима. Даний показник перевищував показник продуктивного куцання на варіантах із застосування суміші аміачна селітра + Гумісол-прима на ~ 8,0 % та карбамід + Гумісол-прима на ~ 4,0 %. Суттєво відрізнялось продуктивне куцання рослин пшениці на ділянках, де застосовували суміші азотних добрив з гуміновим препаратом

від ділянок, які удобрювались лише азотними добривами. Перевищення складало: 13,4 % для аміачної селітри + Гумісол-прима відносно аміачної селітри; 14,3 % для суміші карбамід + Гумісол-прима відносно чистого карбаміду і 17,1 % для суміші КАС + Гумісол-прима в порівнянні з чистою КАС.

Оскільки продуктивне куцання пов'язане з масою зерна з однієї рослини, в даній роботі спостерігали пряму залежність між даними показниками. Найменшу масу зерна з колоса було отримано

на ділянках, де вносили аміачну селітру (1,61 г), а найбільшу – на ділянках з використання суміші КАС + Гумісол-прима (1,97 г), таким чином, збільшення маси зерна становило 22,4 %. Порівняння маси зерна з колоса на варіантах з використанням чистих азотних добрив показало, що найбільш ефективно на даний показник вплинула карбамідно-аміачна суміш. Збільшення маси зерна становило 5 % у порівнянні з аміачною селітрою і лише 2,5 % у порівнянні з карбамідом.

В багатьох експериментальних роботах встановлено, що додавання гумінових препаратів до мінеральних добрив, зокрема азотних, призводить до збільшення кількості зерен в колосі, їх ваги та маси 1000 зернин [53, 54]. Аналогічну залежність спостерігали і в даній роботі.

Отримані результати свідчать, що ефект від удобрення сумішами азотних добрив з гуматом був більш суттєвим у порівнянні з дією чистих азотних добрив на всі компоненти врожаю, у тому числі і на масу 1000 зернин. Серед чистих азотних добрив найбільш ефективним виявилась КАС стосовно впливу на масу 1000 зернин. На ділянках, де удобрення проводили карбамідно-аміачною сумішшю маса 1000 зерен на 5,8 % перевищували цей показник на варіанті з використанням аміачної селітри і на 2,6 % – на варіанті з використанням карбаміду.

Вага 1000 зерен залежно від варіанту удобрення коливалась в межах 41,14–47,10 г. Найвищий показник ваги (47,10 г) отримали з рослин, де в ґрунт вносили КАС + Гумісол-прима, це на 11 % вище, ніж при застосуванні чистої КАС та на 14,5 % у порівнянні з аміачною селітрою.

Таким чином, на формування елементів структури врожаю значною мірою вплинуло удобрення ґрунту сумішами мінеральних добрив з гуміновим препаратом. Із застосуванням таких сумішей продуктивна куцистість рослин та маса зерна з колоса збільшились в середньому на 15 %, маса 1000 насінин – на 10 % у порівнянні з даним показником, отриманим на ділянках з використанням чистих мінеральних добрив.

## Висновки

Проведеними дослідженнями визначено, що суттєвий вплив на накопичення елементів живлення у ґрунті здійснили суміші азотних добрив карбамід + Гумісол-прима та КАС + Гумісол-прима. При застосуванні суміші карбамід + Гумісол-прима вміст лужногідролізованого азоту збільшується на 6,1 %, загального азоту – на 14 %, рухомого фосфору – на 18,8 %, обмінного калію – на 23 % у порівнянні з використанням чистого карбаміду. Максимальне збільшення вмісту азоту, фосфору та калію у ґрунті спостерігали за внесення суміші КАС + Гумісол-прима (1:1) у порівнянні з ділянками, де використовували чисту КАС: вміст лужногідролізованого азоту збільшився на 8,0 %, загального азоту – на 17 %, рухомого фосфору – на 24,1 % і обмінного калію – на 23 %.

В процесі зростання та розвитку озимої пшениці на всіх варіантах удобрення з використанням сумішей азотних добрив з гуміновим препаратом

спостерігається інтенсивне збільшення показників основних елементів структури врожайності з досягненням максимальних значень на ділянках, де застосовували суміш КАС + Гумісол-прима. Використання такої суміші в порівнянні з ділянками, де рослини підживлювали лише КАС, сприяло збільшенню продуктивного куцання на 17,1 %, маси зерна з однієї рослини – на 22,4 %, ваги 1000 зерен – на 11 %.

*Перспективи подальших досліджень.* Визначити вплив варіантів удобрення на врожайність пшениці озимої в умовах Лісостепу України.

## Конфлікт інтересів

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

## References

1. Analitichna dovidka pro zernoviy rynok ta stan potuzhnosti dlia zberihannia zerna v Ukraini (stanom na 30 lystopada 2022 r.). Retrieved from: <https://kmzindustries.ua/news/analitichna-dovidka-pro-zernovij-rinok-ta-stan-potuzhnosti-dlja-zberigannja-zerna-v-ukraini-stanom-na-30-listopada-2022-r> [in Ukrainian]
2. Rozhko, V. (2022). Voienni balansy prodovolstva v Ukraini. Chastyna 2. Formuvannia vnutrishnoho spozhyvannia. *Zernovi kultury ta produkty yikhnoi pererobky*. Retrieved from: <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1526470> [in Ukrainian]
3. 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>
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. 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>
6. 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.
7. 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>
8. Korotkova, I. V., & Chaika, T. O. (2022). Rol huminovykh preparativ ta yikh sumishei z mineralnykh dobryvamy v tekhnolohiiakh vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi. In T. O. Chaika (red.), *Ekolohoorientovani pidkhody vidnovlennia tekhnohennozabrudnennykh terytorii i stvorennia stalnykh ekosystem: kolektyvna monohrafiia* (pp. 279–322). Poltava: PP «Astraia» [in Ukrainian]
9. 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>
10. 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.2022.6.1.255277>
11. 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*, 05 (09), 1277–1284. <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.59141>

12. 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>
13. 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.
14. 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>
15. 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>
16. Shahryari, R. (2017). Economic and biological yield assessment of wheat genotypes under terminal drought in presence of humic acid using stress tolerance indices. *IIOAB Journal*, 7, 1–6.
17. Lipczynska-Kochany, E. (2018). Humic substances, their microbial interactions and effects on biological transformations of organic pollutants in water and soil: A review. *Chemosphere*, 202, 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.03.104>
18. Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., & Alvino, A. (2005). Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable Development*, 25 (2), 183–191. <https://doi.org/10.1051/agro:2005017>
19. 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>
20. Zymaroieva, A., Zhukov, O., Romanchuck, L., & Pinkin, A. (2019). Spatiotemporal dynamics of cereals grains and grain legumes yield in Ukraine. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (6), 1107–1113.
21. Humisol-pryma NPK. Retrieved from: <https://humi-plus.com/product/gumisol-prima-npk> [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.

## Biometric parameters and structure of millet yield depending on growing conditions

M. Kostenko 

### Article info

#### Correspondence Author

M. Kostenko

E-mail:

[maksym.kostenko@pdaa.edu.ua](mailto:maksym.kostenko@pdaa.edu.ua)

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody str.,

Poltava, 36003,

Ukraine

**Citation:** Kostenko, M. (2023). Biometric parameters and structure of millet yield depending on growing conditions. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 21–26. doi: 10.31210/spi2023.26.02.04

The article analyzes the biometric parameters and yield structure of millet varieties depending on growing conditions. The aim of the study is to determine the influence of growing conditions on biometric parameters and structure of millet yield. The forest-steppe zone is characterized by the most optimal conditions for growing stubble millet. Due to climate change, the number of warm days is increasing, so the cultivation of pearl millet and stubble crops is becoming increasingly important. Sowing of millet was carried out by the usual row and wide-row method with seeding rates – 22 and 18 kg/ha. Millet was sown after the following predecessors: black fallow, perennial grasses, peas and winter wheat. The following varieties of ultra-early maturing millet were grown: Bila Altanka, Cinderella and Poltavske Zolotyste. The article analyzed the weather conditions during the experiment, phenological observations, average height of millet and the structure of the millet crop. The hottest month was August. After sowing millet, the greatest amount of precipitation was observed, especially in the first decade of August. Shoots appeared in all plants at the same time. The plants sown after peas were the first to ripen, and the latest after winter wheat. The largest number of inflorescences was formed in plants sown after peas, but a large number of them are unproductive. Therefore, the variety Poltavske zolotyste sown in a row method has the largest number of inflorescences – 358 pcs./m<sup>2</sup> of which 185 are productive. In this variant, only half of the inflorescences will yield a crop. Variety Bila Altynka sown in a row method after perennial grasses has absolutely all productive inflorescences. The tallest plants were after peas. The variety Bila Altynka sown in wide-row method had the highest height at the time of harvesting – 109 cm. The lowest plants were after winter wheat in crops with a row method of sowing. In particular, the minimum height at the time of harvesting was in the variety Poltavske Zolotyste – 42 cm. The best indicators of the structure of the millet harvest has the variety Bila Altanka sown in pairs by wide-row method: weight of 1000 seeds – 8.1 g, panicle length – 22 cm, number of seeds per panicle – 346 pcs. and the weight of grain per inflorescence – 2.8 g.

**Keywords:** millet, variety, sowing method, precursor, inflorescence, height, yield structure.

## Біометричні показники та структура врожаю проса залежно від умов вирощування

М. П. Костенко

Полтавський державний  
аграрний університет,  
Полтава, Україна

У статті проаналізовані біометричні показники та структура врожаю сортів проса в залежності від умов вирощування. Мета дослідження полягає у визначенні впливу умов вирощування на біометричні показники та структуру врожаю проса. Лісостепова зона характеризується найбільш оптимальними умовами для вирощування поживного проса. Через зміну клімату збільшується кількість теплих днів, тому вирощування поживних культур набуває все більшого значення. Сівба проса проводилася звичайним рядковим та широкорядним способом з нормами висіву – 22 і 18 кг/га. Просо сіяли після таких попередників: чорний пар, багаторічні трави, горох та пшениця озима. Вирощували такі сорти ультраскоростиглого проса: Біла альтанка, Золушка та Полтавське золотисте. В статті аналізувалися погодні умови в період проведення дослідів, фенологічні спостереження, середня висота проса та структура врожаю проса. Найспекотнішим був місяць серпень. Після сівби проса спостерігали найбільшу кількість опадів, особливо в першій декаді серпня. Сходи з'явилися у всіх рослин одночасно. Найперше достигли рослини висіяні після гороху, а найпізніше після пшениці озимої. Найбільша кількість суцвіть сформувалася у рослин висіяних після гороху, але велика їх кількість непродуктивна. Відтак, сорт Полтавське золотисте висіяний рядковим способом має найбільшу кількість суцвіть – 358 шт./м<sup>2</sup> із яких 185 продуктивних. У даному варіанті тільки половина суцвіть дасть врожай. Сорт Біла альтанка висіяний рядковим способом після багаторічних трав має абсолютно всі продуктивні суцвіття. Найвищі рослини були після гороху. Сорт Біла альтанка висіяний широкорядним способом мав найбільшу висоту на час збирання – 109 см. Найнижчі рослини були після пшениці озимої у посівах із рядковим способом сівби. Зокрема, мінімальна висота на час збирання була в сорту Полтавське золотисте – 42 см. Найкращі показники структури врожаю проса має сорт Біла альтанка висіяного по пару широкорядним способом: маса 1000 насінин – 8,1 г, довжина волоті – 22 см, кількість насінин з волоті – 346 шт., а також маса зерна з суцвіття – 2,8 г.

**Ключові слова:** просо, сорт, спосіб сівби, попередник, суцвіття, висота, структура врожаю.

**Бібліографічний опис для цитування:** Костенко М. П. Біометричні показники та структура врожаю проса залежно від умов вирощування. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 21–26.

## Вступ

Просо – це найбільш оптимальна культура для вирощування його в пожнивний період. Оскільки, – це рослина короткого світлового дня, за умов достатньої вологості, у другій половині літа просо розвивається швидше, ніж у весняних посівах. Завдяки цьому збільшується продуктивність проса [1]. Сівба поживного проса забезпечує тварин зеленими кормами, завдяки чому в господарстві збільшується ефективність використання земельних ділянок. Крім того, сівба проса в другій половині літа сприяє продуктивному використанню літніх опадів [2].

В сучасному світі сільське господарство вимагає зменшувати витрати на матеріальні та енергетичні ресурси, тому потрібно створювати ресурсощадні технології вирощування круп'яних культур [3]. Поживні посіви сприяють підвищенню економічного ефекту, оскільки навіть недостиглі посіви можна використати на зелений корм, силос, сіно або як зелене добриво [4]. За рахунок збільшення посівів проміжних культур можна збільшити виробництво кормових, технічних, зернових та інших цінних культур [5]. Сорти, які мають високу і стабільну врожайність – це головний елемент технології вирощування сільськогосподарських культур [6].

Для зменшення витрат на виробництво проса, введення сортів з новими характеристиками та ефективного використання генетичного потенціалу рослин потрібно правильно підбирати сорти під певні ґрунтово-кліматичні зони, в залежності від їх біологічних особливостей, реакції на умови вирощування, адаптивності та агроекологічної пластичності [7].

Завдяки біологічним особливостям проса його використовують для корекції зернового балансу в сівозмінах, які були порушені внаслідок військових дій або екстремальних погодних умов [8].

Для поукісних та поживних посівів переважно застосовують скоростиглі сорти, які можуть давати високий врожай у осінніх умовах коли температура повітря знижена [9]. Жаростійкість та посухостійкість проса дає змогу отримувати гарний врожай навіть у посушливі роки та протистояти запалам, коли в інших культур сильно падає врожайність або вони взагалі гинуть [10]. Просо за врожайністю значно перевищує інші зернові культури. Зафіксований рекорд урожаю проса був 206 ц/га, тоді як рекорд врожаю рису складав 171 ц/га, а зерна пшениці – 101 ц/га [11].

## Мета дослідження

Мета дослідження: визначити вплив умов вирощування на біометричні показники та структуру врожаю сортів проса.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв'язати такі завдання:

- провести фенологічні спостереження;
- визначити продуктивність суцвіть проса;
- визначити висоту рослин по фазах;

- визначити структуру врожаю проса.

## Матеріали і методи

Дослід заклали на дослідному полі Полтавського державного аграрного університету в с. Бричківка. Рослини на полі розміщували систематичним методом з триразовою повторністю. Сівбу проводили звичайним рядковим способом з нормою висіву – 22 кг/га і широкорядним з нормою висіву – 18 кг/га. Сіяли просо після 4 попередників: чорний пар – контроль, багаторічні трави, горох, пшениця озима. Об'єктами досліджень були сорти проса ультраскоростиглого Біла альтанка, Золушка і Полтавське золотисте.

Для визначення структури врожаю проса зі снопа відбирають по 25 рослин з ділянки, підраховують кількість озернених суцвіть, обмолочують, зерно зважують та визначають масу 1000 насінин (дві проби по 500 шт.). Для визначення озерненості суцвіть спочатку зважували зерно із снопа, після чого ділили на кількість продуктивних суцвіть і отримували масу зерна з одного суцвіття. Результат множили на 1000 і ділили на масу 1000 зерен та отримали кількість насінин з волоті.

## Результати та їх обговорення

За 2011–2022 роки проведені польові агрокліматичні ресурси (тепло, світло, опади) краще використовуються у посівах поживних культур, таким чином сприяючи інтенсифікації землеробства [12]. Для формування врожаю проса найважливішою є температура у фазі викидання волоті й плюс 20 діб після закінчення цієї фази [13]. Найвища температура повітря під час проведення дослідів була в серпні 26 °С. Друга половина літа відзначалася високими опадами, що сприяло дружньому проростанню насіння. Максимальна кількість опадів була на початку серпня (табл. 1).

### Таблиця 1

Подекадна середня температура повітря та кількість опадів за період проведення дослідів 2022 року

Місяць	Декада	Температура, °С	Опади, мм
Липень	2	18,5	8
	3	23	2
Серпень	1	24	15
	2	26,5	4
	3	27,5	1
Вересень	1	11,5	1
	2	14,5	9
	3	13,5	3

Саме липень, серпень та вересень являються найбільш сонячними місяцями в році [14].

Завдяки високій зволоженості ґрунту сходи з'явилися рівномірно й одночасно після всіх попередників на сьому добу після сівби. Фази виходу в трубку та викидання волоті найпершими було зафіксовано в посівах, де попередником був горох, а на добу пізніше в рослин висіяних після багаторічних трав та пару. Там, де попередником була пшениця озима, настання цих фаз зафіксовано найпізніше (табл. 2). Врожай збирали у кінці вересня.

В умовах короткого світлового дня розвиток проса прискорюється. В поукісних та поживних посівах період вегетації проса скорочується на 2–4 доби [15].

У посівах із пізніми строками сівби органогенез генеративних органів проса скорочується на відміну від рослин висіяних у ранні строки [16].

**Таблиця 2**  
Фенологічні спостереження

Попередник	Дата сівби	Дата сходів	Дата виходу в трубку	Дата викидання волоті
Пар	10 липня	16 липня	10 серпня	22 серпня
Багаторічні трави	10 липня	16 липня	10 серпня	22 серпня
Горох	10 липня	16 липня	9 серпня	21 серпня
Пшениця озима	10 липня	16 липня	12 серпня	24 серпня

Найбільша кількість суцвіть сформувалась у сорту Полтавське золотисте, а також у рослин висіяних після гороху. Найменше суцвіть у Білої альтанки. Зокрема, сорт Полтавське золотисте має найбільшу кількість суцвіть – 358 шт./м<sup>2</sup>, із яких 185 продуктивних за рядкового способу сівби та 176 шт./м<sup>2</sup>, із яких 125 продуктивних за широкорядного способу сівби. Найменшу кількість суцвіть мав сорт Біла альтанка – 115 шт./м<sup>2</sup>, із яких 113 продуктивних за рядкового способу сівби по пару, а за широкорядного способу сівби – 53 шт./м<sup>2</sup>, із яких 51 суцвіття продуктивне після пшениці озимої. Незважаючи на те, що після

гороху найбільша кількість суцвіть, –чверть із них непродуктивна. У сортів висіяних по пару рядковим способом найменше непродуктивних суцвіть, порівняно із загальною їх кількістю. Найбільша маса зерна з суцвіття у рослин висіяних широкорядним способом, а також цей показник найвищий у рослин висіяних по пару. Зокрема, максимальне значення було у сорту Біла альтанка висіяного по пару широкорядним способом – 2,8 г. Мінімальне значення було у сорту Золушка висіяного після гороху рядковим способом – 0,5 г (табл. 3).

**Таблиця 3**  
Продуктивність суцвіть проса

Попередник	Спосіб сівби	Сорти	Кількість суцвіть, шт. на м <sup>2</sup>		Маса зерна з одного суцвіття, г
			усього	продуктивних	
Пар	Рядковий	Біла альтанка	115	113	2,1
		Золушка	136	131	1,7
		Полтавське золотисте	171	162	1,2
	Широкорядний	Біла альтанка	65	62	2,8
		Золушка	103	77	2,1
		Полтавське золотисте	127	83	2
Багаторічні трави	Рядковий	Біла альтанка	144	144	1,1
		Золушка	177	170	1,4
		Полтавське золотисте	220	186	0,9
	Широкорядний	Біла альтанка	57	53	1,2
		Золушка	115	79	1,9
		Полтавське золотисте	175	90	2,3
Горох	Рядковий	Біла альтанка	198	147	0,7
		Золушка	208	148	0,5
		Полтавське золотисте	358	185	0,6
	Широкорядний	Біла альтанка	100	67	1,4
		Золушка	107	62	0,9
		Полтавське золотисте	176	125	1,5
Озима пшениця	Рядковий	Біла альтанка	173	142	0,6
		Золушка	155	145	0,7
		Полтавське золотисте	217	161	0,6
	Широкорядний	Біла альтанка	53	51	1,3
		Золушка	100	62	2,3
		Полтавське золотисте	113	57	1,4

Найбільша висота рослин сформувалась, де попередником був горох (рис. 1). Зокрема, після збирання, найвищі рослини були у сорту Біла альтанка висіяного широкорядним способом – 109 см. Найменша висота рослин зафіксована в посівах, де попередником була пшениця озима. Зокрема, після збирання найнижчі рослини були у сорту Полтавське золотисте, який вирощували рядковим способом – 42 см. Сорт Біла альтанка був найвищим після попередників пар та горох. У варіантах із широко-

рядним способом сівби рослини мали перевагу у висоті перед рослинами, що вирощували у варіантах із рядковим способом. Істотна різниця помітна в посівах, де попередником була пшениця озима (рис. 1–3). Взагалі висота рослин на період збирання врожаю залежить не тільки від погодних умов, але й від рівня агротехніки у посівах [17, 18, 19]. Також на висоту рослин впливає норма висіву та спосіб сівби культури [20, 21].

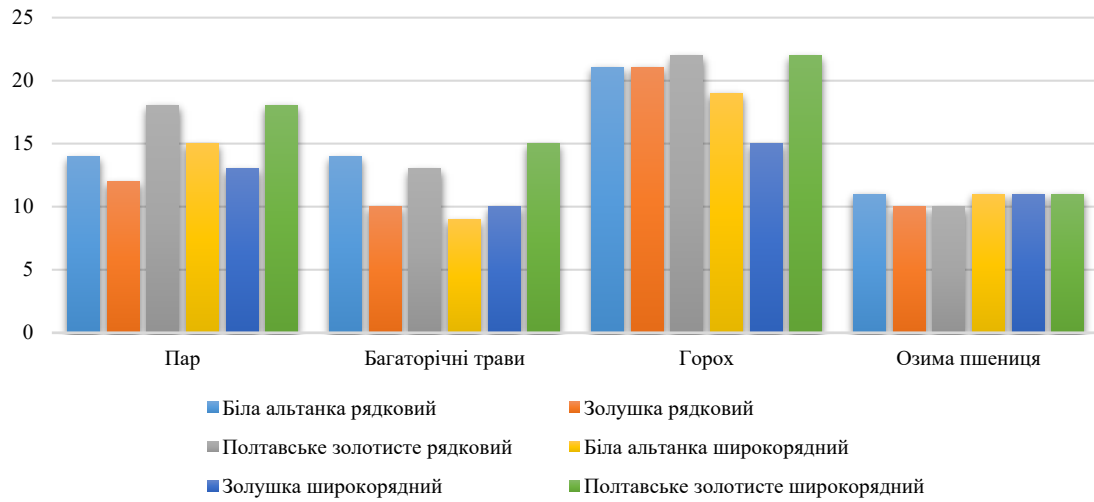


Рис. 1. Середня висота рослин у фазі куцнення, мм

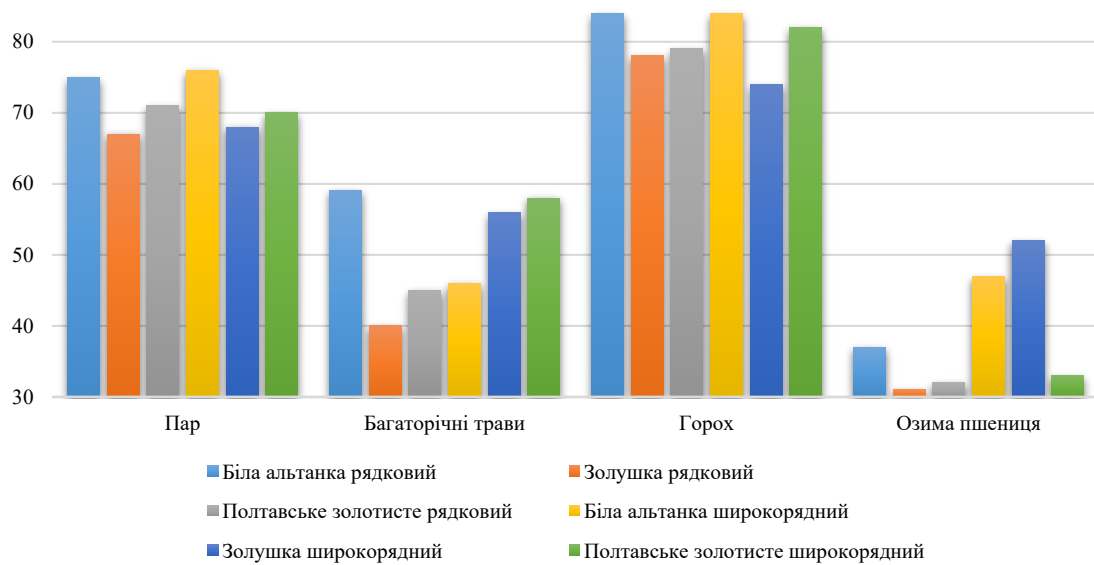


Рис. 2. Середня висота рослин у фазі виходу в трубку, см

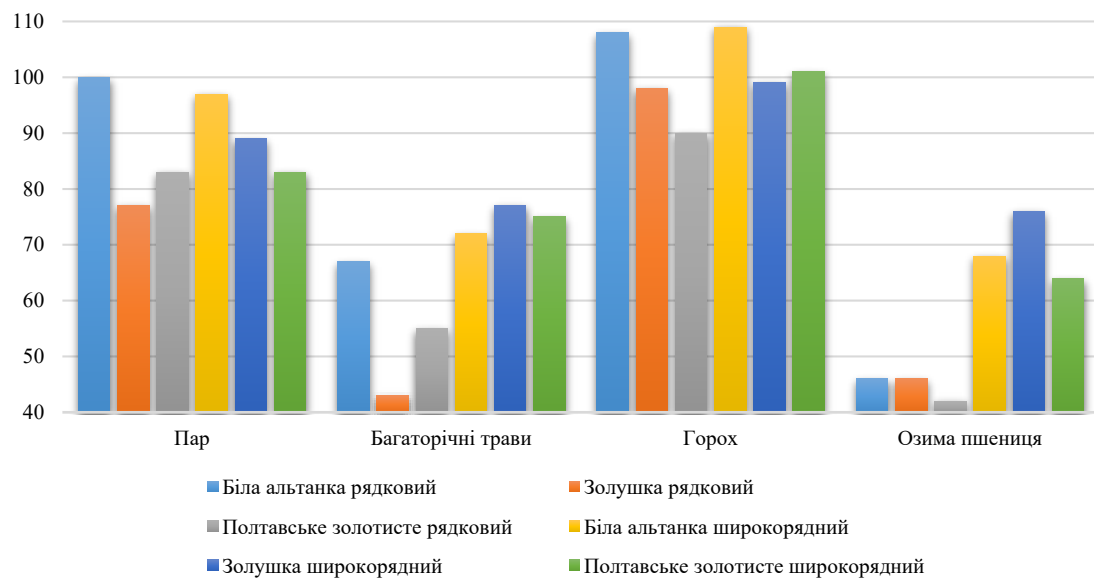


Рис. 3. Середня висота рослин після збирання врожаю, см



Показники структури врожаю проса залежать від сортових особливостей, ґрунтового-кліматичних умов та технології вирощування культури [22]. Згідно даних табл. 4 найбільша маса 1000 насінин у сорту Біла альтанка, а найменша у сорту Полтавське золотисте. У всіх варіантах цей показник більший у рослин, які вирощували у посівах із широкорядним способом, крім сорту Біла альтанка, де попередником була пшениця озима. Саме в цьому варіанті маємо максимальну масу 1000 насінин – 8,2 г за рядкового способу сівби. Найменша маса 1000 насінин у рослин висіяних після гороху рядковим способом. Мінімальний показник у сорту Полтавське золотисте – 6,8 г. Найкрупніше та найважче зерно формується у верхній частині волоті, але – це 10–20 % від маси волоті. Основою врожаю є середня

частина волоті [23, 24]. Довжина волоті та кількість насінин з волоті найбільша в сортів висіяних широко-рядним способом. Максимальними ці показники сформувались у сорту Біла альтанка висіяного широкорядним способом по пару, де довжина волоті становить – 22 см, а кількість насінин з волоті – 346 шт. Мінімальна довжина волоті у сорту Полтавське золотисте висіяного після пшениці озимої та сорту Золушка висіяного після багаторічних трав рядковим способом – 13 см. Найменша кількість насінин з волоті у сорту Біла альтанка висіяного після пшениці озимої рядковим способом – 68 шт. Загалом ці показники найвищі у рослин висіяних по пару, а найнижчі у рослин висіяних після пшениці озимої рядковим способом (табл. 4).

**Таблиця 4**  
Структура врожаю проса

Попередник	Спосіб сівби	Сорти	Маса 1000 насінин, г	Довжина волоті, см	Кількість насінин з волоті, шт.
Пар	Рядковий	Біла альтанка	7,8	21	276
		Золушка	7,3	17	237
		Полтавське золотисте	7	16	171
	Широко-рядний	Біла альтанка	8,1	22	346
		Золушка	7,3	21	292
		Полтавське золотисте	7	20	286
Багаторічні трави	Рядковий	Біла альтанка	7,8	16	144
		Золушка	7,3	13	192
		Полтавське золотисте	7,2	15	122
	Широко-рядний	Біла альтанка	7,8	21	159
		Золушка	7,5	21	256
		Полтавське золотисте	7,4	20	316
Горох	Рядковий	Біла альтанка	7,6	19	97
		Золушка	6,9	18	75
		Полтавське золотисте	6,8	15	82
	Широко-рядний	Біла альтанка	7,9	21	177
		Золушка	7,6	21	121
		Полтавське золотисте	7,3	20	203
Озима пшениця	Рядковий	Біла альтанка	8,2	14	68
		Золушка	7,6	14	91
		Полтавське золотисте	7,2	13	81
	Широко-рядний	Біла альтанка	7,9	18	159
		Золушка	7,8	21	300
		Полтавське золотисте	7,5	18	188

## Висновки

Найвищу температуру повітря під час проведення досліджень було зафіксовано в кінці серпня – 27,5 °С. Найбільшу кількість опадів спостерігали в першій декаді серпня – 15 мм. У варіантах досліду, де просо сіяли після гороху дозрівання зерна почалося раніше, ніж після інших попередників, а найпізніше достигли рослини висіяні після пшениці озимої. Найбільша кількість продуктивних суцвіть була в сорту Полтавське золотисте, яке сіяли рядковим способом після багаторічних трав – 186 штук. Найбільша маса зерна з одного суцвіття сформувалась у варіанті сорту Біла альтанка широко-рядного способу сівби, який вирощували по пару. Середня маса, якого складала 2,8 г, а найменша маса була в сорту Золушка висіяного після гороху рядковим способом – 0,5 г. Максимальна висота рослин, під час збирання врожаю, була в сорту Біла альтанка висіяного після гороху широко-рядним способом – 109 см, а мінімальна висота – у сорту Полтавське золотисте висіяного рядковим способом після пшениці озимої –

42 см. Найкращі показники структури врожаю проса були у варіанті сорту Біла альтанка широко-рядного способу сівби по пару: маса 1000 насінин – 8,1 г, довжина волоті – 22 см, та кількість насінин з волоті – 346 шт.

## Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

## References

1. Polevoj, A. N., & Dyulger, M. A. (2014). Formirovanie agroekologicheskikh urovnej urozhaya pozhnivnogo prosa v Ukraine v usloviyah izmeneniya klimata. *Vestnik Brestskogo universiteta*, 2, 103–109. [in Russian]
2. Averchev, O. V. (2011). Dynamika ta struktura vyrobnytstva prosa v Khersonskii oblasti. *Tavriyskiy Naukovyi Visnyk*, 76, 11–18. [in Ukrainian]
3. Bielenikhina, A. V. (2012). Vrozhainist suchasnykh sortiv prosa pry vzaiemodii adaptivnykh faktoriv. *Biuletyn Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 3, 120–123. [in Ukrainian]

4. Yarmolskaya, E. E. (2012). Agroklimaticheskaya ocenka pozhnivnogo perioda v Krymskoj AR. *Kultura Narodov Prichernomor'ya*, 238, 125–128. [in Russian]
5. Lopatkina, E. D., & Esenkulova, O. V. (2012). Promezhutochnye kul'tury kak sposob uvelicheniya produktivnosti pashni. *Agrarnyj Vestnik Urala*, 8 (100), 10–12. [in Russian]
6. Milenko, O., Shevnikov, M., Solomon, Y., Rybalchenko, A., & Shokalo, N. (2022). Influence of Foliar Top-Dressing on the Yield of Soybean Varieties. *Scientific Horizons*, 25 (4), 61–66. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(4\).2022.61-66](https://doi.org/10.48077/scihor.25(4).2022.61-66)
7. Bieliukhina, A. V. (2012). Urozhainist suchasnykh sortiv prosa zalezno vid pohodnykh umov, fonu zhyvlennia ta sposobu sivby v umovakh skhidnoi chastyny lisostepu Ukrainy. *Selektsiia i Nasinnytstvo*, 101, 289–296. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2012.59779> [in Ukrainian]
8. Rudik, O. L., Rudik, N. M., Serhieiev, L. A., & Chuhak, V. V. (2022). Proso posivne v systemi adaptatsii ahrarnoho vyrobnytstva do hlobalnykh vyklykiv sohodennia. *Ahrarni Innovatsii*, 12, 52–59. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.9> [in Ukrainian]
9. Rudnyk-Yvashchenko, O. Y. (2012). Znachenye sorta v realizatsyy produktivnogo potentsyala kul'tury. *Plant Varieties Studying and Protection*, 1, 11–13. [in Russian]
10. Danilova, N. V. (2016). Otsinka zminy ahroklimatichnykh umov vyroshchuvannia prosa v pivdennykh oblastiakh Ukrainy v zviazku zi zminoiu klimatu. *Ukrainskyi Hidrometeorolohichnyi Zhurnal*, 17, 93–101. [in Ukrainian]
11. Averchev, O. V. (2002). Adaptivnyi potentsial prosa, hrechky ta shliakhy yoho pidvyshchennia. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 23, 36–41. [in Ukrainian]
12. Diulher, M. O. (2013). Zabezpechennia teplom, svitlom i volohoiu pozhnyvnykh kultur v Ukraini. *Visnyk Odeskoho Derzhavnoho Ekolohichnoho Universytetu*, 15, 119–127. [in Ukrainian]
13. Danilova, N. V. (2018). Vplyv pohodnykh umov na formuvannia vrozhaiu prosa v Dnipropetrovskii oblasti. *Vesnyk Hydrometstena Chernoho y Azovskoho Morei*, 1, 280–285. [in Ukrainian; in Russian]
14. Pogoda dlya turistov prognozy, statistika, analiz. Retrieved from: <https://pogoda.turtella.ru/ukraine/poltava/archive> [in Russian]
15. Rudik, O. L., Serhieiev, L. A., Rymar, D. Ye., & Chuhak, V. V. (2022). Otsinka ahroklimatichnykh umov pisliazhnyvnoho periodu Sukhostepovoi pryrodno-silskohospodarskoi zony Ukrainy. *Ahrarni Innovatsii*, 13, 126–136. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.20> [in Ukrainian]
16. Tyshchenko, V. M., Batashova, M. Ye., Dinets, O. M., & Dryzhenko, L. M. (2013). *Sorty silskohospodarskykh kultur selektsii Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii: metodychni rekomendatsii*. Poltava [in Ukrainian]
17. Milenko, O., Solomon, Yu., & Veherenko, V. (2022). Impact of agrotechnical factors on soybean yields. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 119–126. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.14>
18. Milenko, O. H., Antonets, M. O., Kopan, D. V., Dobrovolskyi, S. O., & Lukina, A. R. (2021). Yield capacity of early-maturing soybean varieties depending on seeding rate. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 103–111. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.13>
19. Milenko, O. G. (2015). Change of duration of vegetation period and phases of growth and development of soybean plants depending on growing conditions. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1-2, 165–171. <https://doi.org/10.31210/visnyk2015.1-2.37>
20. Rudnyk-Ivashchenko, O. I., & Hryhorashchenko, L. V. (2010). Zalezhnist oznak urozhainosti prosa vid vplyvu klimatichnykh umov za fazamy rozvytku. *Selektsiia i Nasinnytstvo*, 98, 244–256. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2010.70302> [in Ukrainian]
21. Vavryniuk, O. (2021). Vysota roslyn prosa zalezno vid sposobiv sivby ta norm vysivu. *Materialy XIII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Problemy konstruiuvannia, vyrobnytstva ta ekspluatatsii silskohospodarskoi tekhniki»*. Kropyvnytskyi: TsNTU [in Ukrainian]
22. Shakalii, S. M. (2019). Vplyv foniv zhyvlennia na formuvannia produktivnosti roslyn prosa. *Intehratsiia osvity, nauky ta biznesu v suchasnomu seredovyshchi: litni dysputy: tezy dopovidej I Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii, 1–2 serpnia 2019 r.* Dnipro [in Ukrainian]
23. Poltoretskyi, S. P., & Poltoretska, N. M. (2015). Urozhainist i yakist nasinnia prosa zalezno vid osoblyvosti zboru vrozhaiu. *Zbirnyk Naukovykh Prats Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 87 (1), 21–29. [in Ukrainian]
24. Bilonozhko, V. Ya., & Poltoretska, N. M. (2017). Ahroekolohichni umovy formuvannia vrozhnosti ta yakosti nasinnia prosa. *Visnyk Cherkaskoho Universytetu*, 1, 76–82. [in Ukrainian]

#### ORCID

M. Kostenko  <https://orcid.org/0000-0002-6454-0191>



© 2023 Kostenko M. 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 the technology of growing new potato varieties in the Polissia of Ukraine

T. Kupriianova<sup>1</sup> | M. Antonets<sup>2</sup> | O. Antonets<sup>2</sup>

## Article info

## Correspondence Author

T. Kupriianova

E-mail:

[kypm@meta.ua](mailto:kypm@meta.ua)

<sup>1</sup> Institute for Potato Research of NAAS,  
22 Chkalova str.,  
Nemishaeve,  
Buchach distr., Kyiv region,  
07853, Ukraine

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

**Citation:** Kupriianova, T., Antonets, M., & Antonets, O. (2023). Peculiarities of the technology of growing new potato varieties in the Polissia of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 27–33. doi: 10.31210/spi2023.26.02.05

In 2018–2020, the Institute for Potato Research of NAAS of Ukraine studied the effect of different rates of application of mineral fertilizers in combination with chelated fertilizers on yield, biometric indicators of potatoes and edible properties of tubers. Chelated fertilizers were used to treat tubers during planting and foliar fertilization of new potato varieties in the Ukrainian state. The purpose of the research is to develop elements of technology for growing new varieties of potatoes for the best realization of genetic potential. Research methods – field, measurement, statistical. The early-ripening variety Slauta and the medium-ripening variety Gurman responded positively to the use of fertilizers, rates and methods of their application. The Gurman variety compared to the Slauta variety had better stem-forming capacity of the tubers. On average, for the years 2018–2020, the use of chelated fertilizers together with nitroammophoska increased the productivity of the Slauta variety to 10.2 t/ha, and the Gurman variety to 6.9 t/ha compared to the control. During 2018–2020, the percentage of the seed fraction prevailed in the crop structure. The largest number of seed tubers in the Slauta variety was provided by the sixth variant, which yielded 313.6 thousand pieces/ha with a total weight of 16.8 t/ha with a multiplication factor of 4.7. The fifth variant also stood out, in which the number of tubers was 292.4 thousand units/ha with a total weight of 14.1 t/ha with a multiplication factor of 4.4. The number of seed tubers in the Gurman variety ranged from 182.7 to 419.4 thousand pieces/ha. The mass of tubers in the sixth variant was 16.6 t/ha with a multiplication factor of 6.4. Therefore, the largest yield of seed tubers was obtained in the variants where chelated fertilizers were used and nitroammofoska was applied when planting potatoes. In the Slauta variety, the lowest percentage of tubers damaged by soil pests was found in the sixth option, where mineral fertilizers  $N_{60}P_{60}K_{90}$  were applied, spreading + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season. In the Gurman variety, the lowest percentage of tubers damaged by soil pests was found in the fourth option, where the tubers were processed during planting and foliar feeding of potatoes was carried out. The Gurman variety is characterized by better indicators of suitability for processing into potato products.

**Keywords:** potato varieties, mineral and chelated fertilizers, treatment of tubers during planting, foliar feeding, productivity, seed fraction.

## Особливості технології вирощування нових сортів картоплі на Поліссі України

Т. М. Купріянова<sup>1</sup> | М. О. Антонєць<sup>2</sup> | О. А. Антонєць<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут картоплярства НААН України,  
сел. Немішаєве,  
Україна

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

В Інституті картоплярства НААН України у 2018–2020 роках вивчався вплив різних норм застосування мінеральних добрив у поєднанні з хелатними добривами на урожайність, біометричні показники картоплі і споживні властивості бульб. Хелатні добрива застосовувалися для обробки бульб при садінні та позакореновому підживленні нових сортів картоплі на Поліссі України. Метою досліджень є розробка елементів технології вирощування нових сортів картоплі для найкращої реалізації генетичного потенціалу. Методи дослідження – польовий, вимірювальний, статистичний. Ранньостиглий сорт Слаута та середньостиглий сорт Гурман позитивно реагували на застосування добрив, норми та способи їх внесення. Сорт Гурман порівняно із сортом Слаута мав кращу стеблютворюючу здатність бульб. У середньому за 2018–2020 роки використання хелатних добрив разом з нітроаммофоскою збільшило урожайність у сорту Слаута до 10,2 т/га, а сорту Гурман до 6,9 т/га порівняно з контролем. Впродовж 2018–2020 років у структурі урожаю переважав відсоток насінневої фракції. Найбільшу кількість насінневих бульб у сорту Слаута забезпечив шостий варіант, на якому було отримано 313,6 тис.шт/га загальною масою 16,8 т/га з коефіцієнтом розмноження 4,7. Також виділився п'ятий варіант, на якому кількість бульб становила 292,4 тис.шт/га загальною масою 14,1 т/га з коефіцієнтом розмноження 4,4. Кількість насінневих бульб у сорту Гурман коливалася у межах від 182,7 до 419,4 тис.шт/га. Маса бульб у шостому варіанті становила 16,6 т/га з коефіцієнтом розмноження 6,4. Отже, найбільший вихід насінневих бульб було отримано на варіантах, де застосовувалися хелатні добрива і при садінні картоплі вносилися нітроаммофоска. У сорту Слаута найменший відсоток пошкоджених бульб ґрунтовими шкідниками встановлено на шостому варіанті, де вносилися мінеральні добрива  $N_{60}P_{60}K_{90}$  у розкід + обробка бульб при садінні + обробка рослин по вегетації. У сорту Гурман найменший відсоток пошкоджених бульб ґрунтовими шкідниками встановлено на четвертому варіанті, де оброблялися бульби при садінні та проводилося позакореневе підживлення картоплі. Сорт Гурман характеризується кращими показниками придатності до переробки на картоплепродукти.

**Ключові слова:** сорти картоплі, мінеральні і хелатні добрива, обробка бульб при садінні, позакореневе живлення, урожайність, насіннева фракція.

**Бібліографічний опис для цитування:** Купріянова Т. М., Антонєць М. О., Антонєць О. А. Особливості технології вирощування нових сортів картоплі на Поліссі України. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 27–33.

## Introduction

After this terrible war, Ukraine will need to restore many cultivated areas, as well as the food base. In the Bible, the prophet Ezekiel speaks of the wonderful restoration of territories that suffered from destruction for hundreds of years. Also written: "And the earth shall yield her increase" [1]. Today, according to O. Krupa, "in the absence of a significant improvement in the standard of living, a constant increase in prices for meat, fish and dairy products, potatoes will continue to be the "second bread" for Ukrainians [2].

M. Pysarev, T. Levkivska and G. Bandurenko claim that "potatoes are a relatively cheap raw material, a traditional and favorite crop for the population of Ukraine. It is characterized by a high nutritional value due to the content of digestible carbohydrates, complete vegetable protein, a high content of amino acids, a third of which are essential, as well as a wide range of mineral substances" [3]. "For the vast majority of the population, under conditions of self-preservation, it constitutes the basis of food security" [4]. In this regard, S. Volodin notes that "in Ukraine, potatoes take third place after wheat and corn in terms of production. In 2020, about 23 million tons of potatoes were produced, 2 % of them by enterprises, and 98 % by the population" [5].

T. Artiukh, O. Bezsmertna, D. Melnyk note that based on the results of the analysis of the volume of production and the area used for potatoes during 2017-2020, it was found that the rate of increase in the volume of potato harvest exceeds the rate of growth of the area, which means an increase in the yield level. The study of the zonal specialization of potato production showed that until 2011, this crop was grown in the largest volumes in Polissia, but in the following years respecialization took place, and the main share of potato production and consumption began to fall on the regions of the Forest Steppe" [6]. "In order to reduce planting rates and increase the reproduction rate of newly created potato varieties and varieties that are in great demand among the population, the task was set to differentiate them depending on the biological characteristics of the variety and stem-forming ability" [7].

S. Melnyk, A. Pashkovskiy and L. Sulyma highlight the features of modern technologies for growing and storing potatoes, describe the system of protecting plants from pests, diseases and weeds, prove the feasibility of using advanced irrigation technologies, show the economic efficiency of growing potatoes and summarize the best experience of growing potatoes in state, leased and farm farms and the center of agricultural of "Dukat" technologies [8].

In 2019-2020, Ukrainian scientists studied the influence of potato varieties of different maturity on the productivity of tubers. Knyagina, Myroslava, Solokha, Shchedryk and Levada varieties were taken. "At the same time, the best varieties were Knyaginya with an average bush productivity of 924 g, Myroslava (762 g) and

Solokha (702 g), Shchedryk (597 g) and Levada (547 g) varieties were less productive" [9]. V. Semenchuk notes that "growing potatoes in almost all regions of Ukraine contributes to the creation and introduction into production of varieties of domestic breeding, which belong to different groups of ripeness, directions of cultivation and have different potential for adaptability to the soil and climatic conditions of our country" [10].

M. Furdyha notes that "among the varieties tested in 2018, the highest yields were distinguished by early Skarbnytsia (30.3 t/ha), mid-early Fantasia (28.4 t/ha), mid-ripening varieties: Okolitsia (27.8 t /ha), Tradition (27.5 t/ha). In 2019, the mid-early varieties stood out: Aria (46.8 t/ha) and Gurman (43.5); mid-ripening: Mystery (55.4 t/ha), Okolitsia (45.5 t/ha), Tradition (43.9 t/ha), Sluch (43.2 t/ha), mid-late Red Ruta (46.1 t /ha)" [11].

S. Kolodii studied highly productive and adaptable to soil and climatic conditions and disease-resistant varieties of potatoes in the conditions of the mountainous terrain of the Transcarpathian region, and also tested potato varieties of domestic and foreign origin for resistance to late blight and other diseases [12]. Yu. Ilchuk, R. Ilchuk and O. Rudnyk-Ivashchenko determined the influence of different feeding areas and recommended doses of mineral fertilizers on the formation of productivity of early-ripening potato varieties Kimmeria and Shchedryk. They also noted that the productivity of early-ripening potato varieties does not depend on the size of the leaf apparatus due to the accelerated passage of phenophases in the development process [13].

N. Pysarenko, V. Sydoruk and N. Zakharchuk established that in the years of research favorable for the hydrothermal coefficient, the highest yield was observed in potato varieties of different ripeness groups: among early ripening ones – Bazaliya, Opillya and Radomysl; mid-early – Fanatka, Mezhrichka 11 and Soncedar; medium-ripened – Avangard, Rostavitsa, Volodarka and Alliance. In less favorable years, potato varieties were characterized by the highest yield: early ones – Opillya, Radomysl and Bazaliya; mid-early – Fanatka; medium-ripe - Alliance and Volodarka [14].

Potatoes are very demanding on nutrients. This need for potatoes is explained by an underdeveloped root system. The weight of the roots is only 7% of the weight of the aerial part of the plant. Given the small reserves of nutrients in the sod-podzolic soils prevailing in Polissia, obtaining high yields of tubers is impossible without the use of fertilizers. A. Pozdniev and Yu. Tkachenko indicate the influence of chemical elements on potato physiology and disease resistance during its nutrition, namely "nitrogen enhances leaf and tuber growth and maximizes starch production; phosphorus improves the growth of leaves and tubers and affects the quality and quantity of starch; potassium maximizes water consumption and dry matter production; potassium also affects the level of tuber damage; magnesium ensures strong photosynthesis and good growth; calcium minimizes the incidence of brown, necrotic spotting of the

pulp of the tubers; boron is needed for the formation of starch and stabilization of cell membranes" [15].

A. Bykin and T. Panchuk claim that "one of the important indicators that are paid attention to when growing potatoes is the content of dry matter. Potato tubers contain 15–32 % of dry matter. Its accumulation can be influenced by: nitrogen, potassium and magnesium". The research of these scientists showed that "with the local application of phosphorus and potassium fertilizers at the rate of P80 K180 against the background of N150, the maximum level of dry matter (20.4 %) and starch (13.9 %) in potato tubers among all options was obtained" [16]. S. Liashchenko and B. Taktaiev note that "one of the new and promising areas of potato growing is the use of biological and chelated fertilizers and plant protection agents. Such drugs are effective, increasing the yield and quality of tubers and do not harm the environment. It Bitoxybacillin-BTU, Phytocide, Quantum-Diaphan, Quantum-Gold, Quantum-Aminomax" [17].

Therefore, the relevance of the topic lies in the use of chelated fertilizers for the treatment of tubers during planting and foliar feeding of new potato varieties in Polissia of Ukraine. Such technological techniques optimize physiological processes in plants, increase the yield of potatoes and improve the quality of tubers. The purpose of the research is to develop elements of technology for growing new varieties potatoes for the best realization of genetic potential. To achieve the goal, the following tasks must be solved: 1) to study the effect of different rates of mineral fertilizers, treatment of tubers at planting and foliar feeding on the yield of potatoes, 2) to evaluate the effect of different rates of mineral fertilizers and foliar feeding on field germination and biometric indicators; 3) find out suitability for processing tubers after harvesting.

### **The purpose of the study**

The purpose of the research is to develop elements of technology for growing new varieties potatoes for the best realization of genetic potential.

To achieve the goal, the following tasks must be solved:

1) to study the effect of different rates of mineral fertilizers, treatment of tubers at planting and foliar feeding on the yield of potatoes;

2) to evaluate the effect of different rates of mineral fertilizers and foliar feeding on field germination and biometric indicators;

3) find out suitability for processing tubers after harvesting.

### **Materials and methods**

Research was conducted in the four-field technological crop rotation of the Institute for Potato

Research of NAAS of Ukraine. Turf soils are medium podzolic sandy soils with a thickness of the plow layer of 20–22 cm.

The agrochemical characteristics of the experimental plot are as follows: the pH of the salt extract is 5.7; humus content – 1.93; hydrolytic acidity – 3.8 mg-eq per 100 g of soil; degree of saturation with bases - 74.7; the content of mobile forms of phosphorus and potassium is 12.4 and 11.7 mg per 100 g of soil, respectively.

The object of research is early Slauta and mid-ripe Gurman potato varieties selected by the Institute for Potato Research of NAAS of Ukraine. "Early-ripening potatoes have an important agrotechnical significance, as they can be successfully used as a steam-absorbing crop for sowing winter crops" [18].

During the research, generally accepted techniques in potato growing were used and all necessary observations and biometric analysis were carried out [19], [20]. The experiment with a total area of 0.13 ha was laid out in three repetitions. The size of the sowing area is 36 m<sup>2</sup>, the accounting area is 15 m<sup>2</sup>. The plots are four-row. Caring for potato crops is generally accepted for the Polissia zone. The predecessor of the potato is double cider steam (mustard white). Mineral fertilizers in the form of nitroammophoska were spread according to the scheme of the experiment. Tubers were treated with drugs during planting and plants during the growing season. Chelated fertilizers are represented by Quantum Siamin, Diafan 3–18–18, Quantum SRKZ, Quantum Gold, Quantum Amino Max, Quantum Bor Active, Quantum K-36.

Scheme of the experiment:

1. Control.

2. N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>70</sub>.

3. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>.

4. Treatment of tubers during planting (Quantum Siamin – 0.5 l/t, Diafan 3–18–18 – 2.0 l/t, Quantum SRKZ – 1.0 l/t) + treatment of plants during the growing season.\*

5. N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>70</sub> (scattering) + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season.\*

6. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> (scattering) + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season.\*

\*Treatment of plants during the growing season on the 4th, 5th, 6th options:

– plant height 15 cm: Quantum Gold – 2 l/ha, Quantum Amino Max – 0.5 l/ha.

– budding phase: Quantum Gold – 2.5 l/ha, Quantum Amino Max – 0.5 l/ha.

– flowering phase: Quantum Bor Active – 1.0 l/ha, Quantum K-36 – 2.0 l/ha.

– after flowering: Quantum Siamin – 0.5 l/ha, Quantum K-36 – 3.0 l/ha.

### **Results and discussion**

The results of phenological observations of potatoes are presented in table 1.

**Table 1**

Interphase periods of development of potato varieties in 2018–2020, days

Research options	Number of days from planting to:			
	Seedling	Butttonization	Flowering	Death
Slauta variety				
1. Control	41	54	59	80
2. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub>	41	54	59	80
3. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	41	54	59	80
4. Treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	41	54	59	80
5. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	41	54	59	80
6. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	41	54	59	80
Gurman variety				
1. Control	41	54	59	96
2. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub>	41	54	59	96
3. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	41	54	59	96
4. Treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	41	54	59	96
5. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	41	54	59	96
6. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	41	54	59	96

Over three years of research, the period from planting to full seedlings of potatoes in the Slauta and Gurman varieties averaged 41 days, and the period from planting to budding in the Slauta and Gurman varieties was 54 days. The period from planting to flowering in the studied varieties was 59 days, and from planting to the death of potatoes in the Slautat variety 80 days, and in the Gurman variety 96 days.

As shown in table 2, the density of plantations in the Slauta variety, with a planned 66.5 thousand units/ha, was

the best in option 6 and amounted to 64.4 thousand units/ha. This is 1.7 thousand pcs/ha more compared to the control variant. In the Gurman variety, the highest indicator of plant density was noted on option 6, which was 64.4 thousand units/ha. This is 2.1 thousand units/ha more than the control. It was also established that the field similarity of the varieties was greater in the 6th variant compared to the control – by 2.5% in the Slauta variety and 3.2% in the Gurman variety.

**Table 2**

Field similarity and biometric indicators of potato varieties for 2018–2020

Research options	Plant density, thousand bushes/ha	Field germination, %	Stem density		Plant height, cm
			per plant, pcs	thousand pieces/ha	
Slauta variety					
1.	62.7	94.3	4.0	254.3	33.3
2.	60.0	90.2	4.4	264.9	37.3
3.	63.1	94.8	4.2	264.4	34.0
4.	64.0	96.2	3.7	233.3	33.2
5.	61.3	92.1	4.1	250.7	33.5
6.	64.4	96.8	3.9	253.7	35.0
Gurman variety					
1.	62.3	93.6	3.3	204.0	42.3
2.	62.3	93.6	3.3	205.3	43.6
3.	64.0	96.2	3.2	206.7	39.8
4.	62.3	93.6	2.4	151.1	38.4
5.	60.9	91.5	2.8	164.9	41.0
6.	64.4	96.8	3.3	212.4	43.0

The number of stems per plant in the Slauta variety was in the range of 3.7–4.4 pcs. The 4th, 6th and 5th options showed the lowest indicators – 3.7; 3.9 and 4.1 pcs, respectively. A similar trend was also noted in the Gurman variety, that is, the lowest indicators were in the 4th variant (2.4 pcs), 5th (2.8 pcs.) and 3rd variant (3.2 pcs.) in comparison with the control. Stem density in the Gurman variety ranged from 2.4 to 3.3 stems per plant. So, the best indicators of the Slout variety were on the 2nd and 3rd options, on which mineral fertilizers were applied. In the Gurman variety, the best indicators were on the 3rd and 6th options.

By the height of the plants, the studied varieties were characterized by better indicators in the variants where the tubers were treated with chelated fertilizers and different rates of mineral fertilizers were used. In the Slauta variety,

the highest height was noted on the second variant – 37.3 cm and the sixth variant – 35.0 cm. In the remaining variants, the plant height was within the range of 33.2–37.3 cm. In the Gurman variety, the highest plant height was set on the second version – 43.6 cm.

As shown in table 3, treatment of tubers at planting and during vegetation with chelated fertilizers had a significant effect on yield. Therefore, the increase in the yield of tubers treated with Quantum Siamin – 0.5 l/t, Diafan 3–18–18 – 2.0 l/t, Quantum SRKZ – 1.0 l/t in combination with scattering N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> in the Slauta variety on the sixth variant was 10.2 t/ha. In the fifth option, when N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>70</sub> was applied and the tubers of Quantum Siamin, Diafan, Quantum SRKZ were processed, the productivity increased by 8.9 t/ha. On the third option the yield increase compared to the control was 7.8 t/ha.

**Table 3**

Potato yields depending on the use of different rates of mineral fertilizers and foliar feeding, 2018–2020

Research options	Productivity, t/ha	+,- to control
Slauta variety		
1. Control	15.3	-
2. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub>	20.2	+4.9
3. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	23.1	+7.8
4. Treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	19.4	+4.1
5. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	24.2	+8.9
6. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	25.5	+10.2
Gurman variety		
1. Control	13.5	-
2. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub>	18.4	+4.9
3. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	20.6	+7.1
4. Treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	18.0	+4.5
5. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	20.4	+6.9
6. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	20.3	+6.8

In the Gurman variety, these indicators compared to the control were: in the 3rd variant, 7.1 t/ha; in the 5th option 6.9 t/ha and in the 6th option 6.8 t/ha. The highest yield of potato tubers was provided by the Slauta variety of 25.5 t/ha in the 6th variant. In the Gurman variety, the highest yield indicators were obtained on option 3 - 20.6 t/ha and option 5 - 20.4 t/ha. The highest yield was shown by the Slauta variety where different rates of mineral fertilizers were used in combination with chelated fertilizers.

The structural analysis of varieties is presented in table 4. During 2018–2020, on average, the percentage of the seed fraction prevailed in the structure of the yield of two potato varieties. In the early Slauta variety, the

number of seed tubers obtained ranged from 198.4 to 313.6 thousand pieces/ha. The 6th option provided the largest number of seed tubers. It yielded 313.6 thousand pieces/ha, with a total weight of 16.8 t/ha with a multiplication factor of 4.7. Also, the 5th variant stood out, in which the number of tubers was 292.4 thousand units/ha, with a total weight of 14.1 t/ha with a multiplication factor of 4.4. The number of obtained seed tubers in the Gurman variety ranged from 182.7 to 419.4 thousand pieces/ha. The mass of tubers in the sixth variant was 16.6 t/ha with a multiplication factor of 6.4, and in the second variant - 15.6 t/ha with a multiplication factor of 4.3.

**Table 4**

Structural analysis of the tuber crop, 2018–2020

Research options	Yield of seed tubers per hectare				Reproduction coefficient
	the number of tubers		mass of tubers		
	thousand pieces/ha	% in the structure	t/ha	% in the structure	
Slauta variety					
1. Control	230.2	43.3	13.0	65.7	3.5
2. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub>	274.2	50.9	15.0	68.5	4.1
3. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	275.7	45.7	14.1	68.4	4.2
4. Treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	198.4	37.5	9.4	55.7	3.0
5. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	292.4	50.7	14.1	81.4	4.4
6. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	313.6	46.5	16.8	63.8	4.7
Gurman variety					
1. Control	282.2	52.8	15.3	76.9	4.2
2. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub>	284.7	57.7	15.6	77.7	4.3
3. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	264.3	50.2	14.4	68.2	4.0
4. Treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	228.6	48.9	11.7	74.7	3.4
5. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	182.7	39.8	9.8	63.0	2.8
6. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season*	419.4	96.2	16.6	73.8	6.4

After harvesting, the tubers were analyzed for damage by soil pests. As evidenced by the data in table 5, the damage of tubers by the wireworm in the Slauta variety in the control had the highest percentage - 4.9%, and in the sixth option, the lowest - 1.6%. In the Gurman variety, the highest percentage of damage was found on the sixth option - 9.7%, and the lowest - 1.3% on the fourth option.

The highest incidence of diseases in the Slauta variety was also noted in the control - 3.6%, and in the Gurman variety in the first and fourth variants, where the percentage of infestation was 11.1 and 11.2%, respectively. The lowest percentage of damage in the Slauta variety was noted on the second option, and in the Gurman variety on the sixth option.

**Table 5**

Damage to tubers by diseases and pests, 2018–2020

Research options	Tubers damaged,%	
	diseases	pests
Slauta variety		
1. Control	3.6	4.9
2. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub>	3.3	2.0
3. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	3.4	2.8
4. Treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season.*	3.4	3.3
5. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season.*	3.5	1.8
6. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season.*	3.5	1.6
Gurman variety		
1. Control	11.2	3.5
2. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub>	7.1	5.9
3. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	10.9	2.4
4. Treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season.*	11.1	1.3
5. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>70</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season.*	6.6	1.7
6. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season.*	4.2	9.7

After harvesting, tubers were sampled to determine their suitability for the production of potato products, namely chips and French fries. It has been established that the Slauta variety is not suitable for processing into chips and French fries. It had a high content of reducing sugars (0.31–0.51%) and was characterized by a low quality score of the finished product. The Gourman variety had better indicators of suitability for processing into chips after blanching (9.0 points). Before blanching, the suitability score ranged with a slight deviation from 7.0 to 8.0.

### Conclusions

1. It was established on average for the years 2018–2020 that the Slauta and Gurman potato varieties responded positively to the application of different rates of nitroammofoska. But these varieties had better stem-forming ability of tubers, field germination and other biometric indicators in those variants where the tubers were processed at planting and foliar fertilization was carried out.

2. On average, for the years 2018–2020, the use of chelated fertilizers together with nitroammophoska increased the productivity of the Slauta variety to 10.2 t/ha, and the Gurman variety to 6.9 t/ha compared to the control.

3. During 2018–2020, the percentage of the seed fraction prevailed in the crop structure. The largest number of seed tubers in the Slauta variety was provided by the sixth variant, which yielded 313.6 thousand pieces/ha with a total weight of 16.8 t/ha with a multiplication factor of 4.7. The fifth variant also stood out, in which the number of tubers was 292.4 thousand units/ha with a total weight of 14.1 t/ha with a multiplication factor of 4.4. The number of seed tubers in the Gurman variety ranged from 182.7 to 419.4 thousand pieces/ha. The mass of tubers in the sixth variant was 16.6 t/ha with a multiplication factor of 6.4. Therefore, the largest yield of seed tubers was obtained in the variants where chelated fertilizers were used and nitroammofoska was applied when planting potatoes

4. In the Slauta variety, the lowest percentage of tubers damaged by soil pests was found in the sixth option, where mineral fertilizers N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> were applied, spreading + treatment of tubers during planting + treatment of plants during the growing season. In the

Gurman variety, the lowest percentage of tubers damaged by soil pests was found in the fourth option, where the tubers were processed during planting and foliar feeding of potatoes was carried out.

5. The Gurman variety is characterized by better indicators of suitability for processing into potato products.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

### References

- King James Version of the Bible. (n.d.). Religion Past and Present. [https://doi.org/10.1163/1877-5888\\_rpp\\_dum\\_11577](https://doi.org/10.1163/1877-5888_rpp_dum_11577)
- Krupa, O., & Krupa, V. (2019). POTATO market conjuncture in Ukraine and prospects of its optimization. *Efektivna Ekonomika*, 12. <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.12.86>
- Pysarev, M. G., Levkivska, T. M., & Bandurenko, H. M. (2019). Perspectives of the use of modern sorted potato in production of dried semi-finished products. *Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. Series: Technical Sciences*, 3 (2), 92–96. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.3-2/17>
- Bondarchuk, A. A., & Koltunov, V. A., (Red.). (2009). *Kartoplia: vyroshchuvannia, yakist, zberezhenist*. Kyiv: KYT [in Ukrainian]
- Volodin, S. (2021). Cluster model of seed production of domestic potato varieties on a virus-free basis. *Economic Herald of the Donbas*, 1 (63), 52–60. [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2021-1\(63\)-52-60](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2021-1(63)-52-60)
- Artyukh, T., Bezstmerina, O., & Melnyk, D. (2022). Problems and prospects of potato market development in Ukraine. *Economy and Society*, 39. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-39-54>
- Kupriianova, T. M., Makarchuk, N. V., & Yuvkymovych, O. V. (2018). Vplyv syderalno-mineralnoi systemy udobrennia na vrozhaunist ta vykhid bulb nasinnievoi fraktsii novykh sortiv kartopli. *Kartopliarstvo*, 43, 151–158. [in Ukrainian]
- Melnyk, S. I., Pashkovskiy, A. I., & Sulyma, L. T. (2010). *Prohresyvni tekhnologii vyroshchuvannia i zberihannia kartopli*. Zhytomyr: Ruta [in Ukrainian]
- Mialkovsky, R. O., Bezikonny, P. V., Kravchenko, V. S., & Yatsenko, A. O. (2020). Adaptive properties of different potatoes varieties in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2, 38–41. <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2020-2-38-41>
- Semenchuk, V. (2020). Seed potato productivity of varieties of different ripeness groups in condition of south-western part of the Forest-Steppe of Ukraine. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, (67)-2, 170–181. [https://doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-2-11](https://doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-2-11)
- Furdyha, M. M. (2022). Adaptivna zdatsnist ta potentsiini vlastyivosti sortiv kartopli selektsii Instytutu kartopliarstva NAAN. *Ahrarni Innovatsii*, 12. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.16> [in Ukrainian]



12. Kolodii, S. M. (2013). Otsinka vykhidnoho materialu kartopli za hospodarsko - tsinnymy oznakamy ta stikiist proty khvorob v umovakh hirskei pidzony Zakarpattia. *Ahrobiolohiia: Zbirnyk Naukovykh Prats Bilotserkiv. NAU*, 10 (100), 90–95. [in Ukrainian]
13. Ilchuk, Yu. R., Ilchuk, R. V., & Rudnyk-Ivashchenko, O. I. (2020). Reaktsiia rannostyhykh sortiv kartopli na ahrotekhnolohichni zakhody vyroshchuvannia v umovakh Zakhidnoho Lisostepu. *Kartopliarstvo: Mizhvidomchyi Tematychnyi Naukovyi Zbirnyk*, 45, 138–147. [in Ukrainian]
14. Pysarenko, N. V., Sydorchuk, V. I., & Zakharchuk, N. A. (2022). Environmental plasticity, ultrastability and breeding value as a sign of yield of new potato varieties. *Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice*, 3, 91–101. <https://doi.org/10.54651/agri.2022.03.10>
15. Pozdniev, A. V., & Tkachenko, Yu. A. (2019). Vplyv mineralnoho zhyvlennia na yakist i vrozhaunist kartopli. *Ahronom*. Retrieved from: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-mineralnogo-zhyvlennya-na-yakist-i-vrozhaunist-kartopli/> [in Ukrainian]
16. Bykin, A. V., & Panchuk, T. V. (2022). Indicators of the quality of potato tubers under local application of mineral fertilizers. *Taurian Scientific Herald*, 126, 9–15. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.2>
17. Liashchenko, S. A., & Taktaiev, B. A. (2021). Tekhnolohiia vyroshchuvannia kartopli. *Ahrobiznes Sohodni*. Retrieved from: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-so-hodni/item/21189-tekhnohohiia-vyroshchuvannia-kartopli.html> [in Ukrainian]
18. Bondarchuk, A. A., & Oliinyk, T. M. (Red.). (2020). *Kartopliarstvo: Seleksiia*. Vinnytsia: TOV «TVORY» [in Ukrainian].
19. Bondarchuk, A. A., Koltunov, V. A., Oliinyk, T. M., Furdyha, M. M., Vyshnevska, O. V., Osypchuk, A. A., Kupriianova, T. M., Zakharchuk, N. A. (2019). *Kartopliarstvo: Metodyka doslidnoi spravy*. Vinnytsia: TOV «TVORY» [in Ukrainian]
20. Kononuchenko, V. V. (Red.). (2002). *Metodychni rekomendatsii shchodo provedennia doslidzhen z kartopleiu*. Nemishaieva: IK UAAN [in Ukrainian]

#### ORCID

- T. Kupriianova  <https://orcid.org/0000-0002-1039-9348>  
M. Antonets  <https://orcid.org/0000-0002-2046-713X>  
O. Antonets  <https://orcid.org/0000-0001-6741-9023>



2023 Kupriianova 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.

## The influence of agro-ecological factors on yield and quality of medicinal crops

V. Onipko  | S. Hordivska

### Article info

Correspondence Author

V. Onipko

E-mail:

[valentya.onipko@pdau.edu.ua](mailto:valentya.onipko@pdau.edu.ua)Poltava State Agrarian  
University,  
1/3, Skovorody str., Poltava,  
36003, Ukraine

**Citation:** Onipko, V., & Hordivska, S. (2023). The influence of agro-ecological factors on yield and quality of medicinal crops. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 34–38. doi: 10.31210/spi2023.26.02.06

Medicinal plants were the oldest form of natural medicine that mankind had, and it was almost forgotten with the development of traditional medicine. However, over the past few decades, the study of natural remedies has been gaining relevance, which contributes to the development of the medicinal plant market. The purpose of the article is to analyze the impact of agroecological factors on the yield and quality of medicinal plants in Ukraine as factors of the industry development. Among the most promising and popular medicinal plants grown in Ukraine, Echinacea purpurea, mallow flower, blue cornflower and St. John's wort were considered. It has been determined that it is better to plant Echinacea purpurea in the 3rd decade of March, carry out seed stratification for 30–45 days and pre-sowing treatment with a growth stimulant. Increasing the yield of rhizomes and roots of Echinacea is possible when carrying out moldboard plowing of the soil during the main cultivation to a depth of 20–22 cm. The measures to ensure the yield and quality of mallow are considered: seed stratification for 15 days; sowing in warm and well-moistened soil at the optimal time as for late spring; joint crops with corn; fertilizing with organic and mineral fertilizers in accordance with the growing season; weed control. The agro-ecological factors of the productivity and quality of blue cornflower are revealed: good predecessors (clean or engaged fallows, grains, row crops and leguminous crops); sowing in autumn (3<sup>rd</sup> decade of October); seed stratification for 30 days; the usual row sowing method (with a row spacing of 15 cm). To produce high yields and quality of St. John's wort: the best predecessors (clean or occupied fallow land, cereal crops); for seed propagation, stratification for up to 45 days or pre-sowing irradiation of seeds is necessary; for seedling propagation, it is advisable to add peat and peat to the substrate; fertilizing with mineral and organic fertilizers according to the years of life; forming a planting density of up to 83 thousand plants/ha.

**Keywords:** medicinal herbs, Echinacea, mallow, blue cornflower, St. John's wort.

## Вплив агроекологічних чинників на врожайність і якість лікарських культур

В. В. Оніпко | С. В. Гордівська

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава, Україна

Лікарські рослини були найдавнішою формою природних ліків, яку мало людство, і вона була майже забута з розвитком традиційної медицини. Однак, останні декілька десятиліть дослідження натуральних засобів набирає актуальності, що сприяє розвитку ринку лікарських рослин. Метою статті є аналіз впливу агроекологічних чинників на врожайність і якість лікарських рослин в Україні як факторів розвитку галузі. З-поміж найбільш перспективних і популярних лікарських рослин, що вирощуються в Україні, розглянуто ехінацею пурпурову, мальву, волошку синю та звіробій звичайний. Показано, що ехінацею пурпурову найкраще висівати у третій декаді березня – на початку квітня, проводити стратифікацію насіння протягом 30–45 діб і перед-посівний обробіток стимулятором росту. Підвищенню урожайності кореневищ і коренів ехінацеї сприяє проведення основного обробітку ґрунту на глибину 20–22 см, вчасні прополки на перший рік вегетації, підживлення. Розглянуто заходи щодо забезпечення врожайності й якості мальви: стратифікація насіння протягом 15 діб; посів в оптимальні строки і вологий ґрунт; підживлення мінеральними добривами відповідно до етапів вегетаційного періоду. Розкрито агроекологічні чинники врожайності й якості волошки синьої: сівба протягом осіннього періоду або весною; стратифікацію насіння; звичайний рядковий спосіб сівби, боротьба із бур'янами. Для формування високої врожайності й якості звіробою звичайного: кращі попередники (чистий або зайнятий пари, зернові колосові культури); за розмноження насінням необхідна стратифікація протягом до 45 діб або передпосівна обробка насіння; за розмноження розсадним способом доцільно додавати торф і перегній у субстрат; підживлення добривами відповідно до років життя; формування оптимальної щільності посівів.

**Ключові слова:** лікарські рослини, ехінацея, мальва, волошка синя, звіробій звичайний.

**Бібліографічний опис для цитування:** Оніпко В. В., Гордівська С. В. Вплив агроекологічних чинників на врожайність і якість лікарських культур. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 34–38.

## Вступ

З давніх часів рослини, що містять корисні та лікувальні властивості, були відомі й використовувалися для виготовлення традиційних ліків і у фармацевтичній промисловості, у вигляді настоїв, екстрактів, відварів тощо [1]. Підвищення обізнаності щодо побічних ефектів, пов'язаними з традиційними фармацевтичними препаратами вважається основним фактором зростання попиту на лікарські рослини у майбутньому. За прогнозами, висока поширеність хронічних захворювань і зростаючий попит на альтернативні методи лікування також сприяють подальшому розвитку цього ринку [2]. Окрім цього, вирощування лікарських рослин є одним із способів зменшення антропогенного навантаження на природу, забезпечити постійний дохід у сільських громадах. Наприклад, культивування лікарських рослин у богарних умовах або на низьковрожайних землях, а іноді й виділення національних земель навколо сіл для вирощування лікарських рослин, має багато переваг: економія сільськогосподарського споживання води, зменшення навантаження на природу, збереження води та ґрунту, створення робочих місць і диверсифікованих доходів, зменшення міграції, активізацію сільської економіки, постачання лікарських рослин, необхідних фармацевтичним компаніям, покращення навколишнього середовища, розвиток туризму й індустрії сільського екотуризму, гарантія збереження видового різноманіття рослин і генетичних ресурсів тощо [3].

У багатьох країнах, що розвиваються, фітотерапія визнана важливою частиною системи лікування. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, понад 80 % населення світу використовує 200 видів ліків для лікування своїх захворювань, а понад 30 % видів рослин у світі використовуються в медичних цілях. Зникнення лікарських видів рослин може мати серйозні та негативні наслідки для людства, оскільки певні їх види не можливо замінити в медицині, порушується рівновага у доквіллі, запускається ланцюгова реакція змін, що призводить до зміни доквілля. У всіх суспільствах біорізноманіття вважається національним надбанням, а збереження біологічних ресурсів призведе до їх ефективної експлуатації та наукового застосування в майбутньому [4, 5].

Останнім часом в Україні вирощування лікарських рослин набирає чимдалі більшої популярності серед вітчизняних фермерів, оскільки в сучасних умовах ця галузь сільського господарства є високорентабельною. Згідно зі статистикою, з лікарських рослин виготовляються більше 40 % усіх медикаментів, у тому числі 75 % – ліків [6]. Лікарські рослини використовуються у фармацевтиці, косметичній і харчовій галузях, традиційній і нетрадиційній медицині, сільському господарстві [7]. Використання натуральних природних компонентів, особливо лікарських трав, у ліках або косметичці набуває все більшої популярності з кожним роком, що призводить до стабільного зростання попиту на лікарські рослини у світі.

Наразі значна частина лікарських рослин, що вирощена в Україні, експортується у країни

ЄС (Польщу (до 50 % всієї сировини), Німеччину, Чехію, Францію та інші) та США. Не менш перспективними є також ринки Японії й Австралії [8]. У зв'язку з цим збільшується посівна площа лікарських рослин, яка у 2022 році за даними Державного комітету статистики становила 3,8 тис. га, тоді як загальний обсяг виробництва – 27 тис. ц [9]. Доцільно також зауважити, що ринок експорту лікарських рослин з України в 2022 році збільшився маже на 30 % і становив 12,5 млн доларів США, тоді як ще у 2017 році – 7,5 млн доларів [10].

Найбільшими сировинними областями є Вінницька, Волинська, Сумська, перші дві з яких зазнало значного збільшення робочої сили через міграцію населення в наслідок повномасштабного вторгнення країни-агресора. Всього на українському ринку налічується 5–6 великих компаній, які експортують лікарські трави по всьому світу.

В Україні вирощується більше 25 видів різних лікарських культур, кожна з яких має свої особливості й індивідуальну технологію вирощування. Зазначається, що у сфері вирощування лікарських рослин конкуренція фактично відсутня, а потреба у них покривається всього на 60 %. Також перспективність вирощування лікарських рослин для вітчизняних аграріїв полягає у рентабельності, яка за оцінками експертів у перші 4 роки складає від 46 %, тоді як у наступні є вищою [7]. Вартість рослинної сировини залежить від ситуації у світі, врожаю та її кількості на ринку, що обумовлює необхідність орієнтуватися на ті рослини, попит в яких незадоволений і актуальний.

Отже, з метою розширення асортименту вирощування лікарських рослин в Україні, підвищення їх урожайності й якості, а отже і прибутковості, розглянемо вплив агроекологічних чинників на ці фактори найбільш популярних і перспективних, на нашу думку, лікарських рослин в Україні.

Так, значної популярності у зв'язку з епідемією COVID-19 отримала ехінацея пурпурова (*Echinacea purpurea* (L.) Moench.) [11], яка використовується для лікування безлічі захворювань, викликаних ослабленою імунною системою [12]. Для покращення посівних якостей насіння ехінацеї доцільно проводити стратифікацію на 30–45 діб, завдяки чому збільшується енергія проростання на 9–20 % (до 78–82 %), а схожість насіння – на 10–11 % (до 93 %) [13].

Урожайність кореневиць і коренів ехінацеї, а також вміст у них екстрактивних речовин залежать від рівня агротехніки. Оптимізація умов вирощування рослин шляхом визначення найбільш прийнятних градацій традиційних технологічних заходів дозволяє цілеспрямовано регулювати продуктивність культури. За результатами досліджень [14, 15] серед прийомів основного обробітку ґрунту найкращі показники забезпечувала обранка на глибину 20–22 см. Серед строків сівби найефективнішою виявилася 3 декада березня. Перспективним з точки зору покращення результатів виробництва лікарської сировини ехінацеї є розширення елементів технологічного забезпечення за рахунок обробки насіння у передпосівний період стимулятором росту, наприклад Агростимуліном.

Впровадження оптимальних варіантів кожного з досліджуваних факторів у технологію вирощування ехінацеї, забезпечить поєднання їх позитивної дії та створення сприятливого агротехнічного фону для формування кореневищ і коренів з високим вмістом екстрактивних речовин.

Одна з перспективних видів лікарських рослин є мальва (*Malva sylvestris* L.) [16], яка здавна відома як технічна, кормова, лікарська, харчова та декоративна рослина [17]. За результатами досліджень [18, 19] агроекологічні чинники впливають на врожайність, біологічну активність і хімічний склад сировини. Гарними попередниками для мальви є зернобобові, однорічні трави, корене-плоди. Для підвищення врожайності й якості доцільне внесення органічних і мінеральних добрив. Так, за внесення 20 т/га органіки урожайність біомаси зростає на 42,4 % (до 470 ц/га). Насіння висівається у достатньо прогрійтий ґрунт за термінів, оптимальних для сівби пізніх ярих культур [20, 21] широкорядним способом з шириною міжрядь у 60 см і відстанню між рослинами 30 см [22].

При посадці в перегній і пісок у тепличних умовах визначено схожість 35 % [23]. Однак, для поліпшення посівних якостей насіння мальви доцільно проводити стратифікацію протягом 15–30 діб при +3 °С, що призводить до суттєвого зростання енергії проростання на 65,6 %, а лабораторної схожості – на 46 % відносно контролю [13].

Перші 14–20 днів після сівби мальва розвивається дуже повільно з формуванням кореневої системи на глибині 1–10 см, що вимагає знищення бур'янів перед сівбою [24]. Для значного поліпшення росту та розвитку рослин протягом вегетації необхідно декілька підживлень азотними добривами (N) у нормі 30–45 ц/га. Також позитивно на ріст, врожайність насіння мальви та його посівні якості впливає внесення NPK (N<sub>30-45</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) та біодобрив (набір з мішаних культур *Bacillus spp.*, *Candida spp.* і *Trichoderma spp.* у нормі 36 л/га) [25].

До перспективних лікарських і декоративних культур відносять волошку синю (*Centaurea cyanus* L.), яка характеризується нестабільними ареалами вирощування та не отримала достатнього поширення в Україні, на відміну від Німеччини, Австрії та Швейцарії [26]. Відомо, що волошку можна сіяти як озиму чи підзимню рослину, а кращими попередниками є зайнятий або чистий пар, зернові, просапні та зернобобові культури. Проростання насіння залежить від температури і становить: 12 діб за температури +2 °С, 7 діб – +5 °С, 2 доби – +15 °С.

Враховуючи зазначені біологічні особливості волошки існують різні строки сівби – восени (III декада жовтня) та навесні (III декада березня). Згідно з дослідженнями [27] за умов сівби волошки восени створюються більш сприятливі умови для інтенсивного розвитку рослин на весну наступного року, що сприяє формуванню надземної маси (кількість листків і їх маса, кількість суцвіть).

Схожість насіння волошки становить 70–78 %, оскільки йому характерні високі посівні якості та відсутність післязбирального періоду спокою [28]. Результати дослідження [13] свідчать, що стратифікація протягом 30 діб за температури +3 °С сприяє

зростанню енергії проростання на 7,5–10,0 %, тоді як вплив на лабораторну схожість виявився недостовірним у межах 3,4–5,7 % до контролю.

Доцільно відзначити, що на продуктивність волошки суттєво впливає архітектоніка посівів і щільність розташування рослин в агроценозі. Так, через загущеність посівів формуються рослини зі слабким галуженням стебла, що є причиною зниження формування суцвіть. Коли рослини мають сприятливі екологічні умови та достатню площу живлення, галуження проходить більш активніше, що підтверджує пряма кореляційна залежність між шириною міжрядь і кількістю суцвіть. Дослідженням [29] встановлено, що через 15 діб після початку цвітіння волошки починається активне розцвітання кошиків, яке через 35–40 діб стрімко знижується. Вже через 54–58 діб завершується повний цикл квітування. Визначено, що за звичайного рядкового способу сівби (з шириною міжрядь 15 см) отримано більшу продуктивність на 67,1–70,9% у порівнянні з широкорядними способами (45 см і 70 см) завдяки більшій кількості рослин на одиницю площі.

Важливою та перспективною лікарською рослиною також є звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.), який широко поширений на всій території України і належить до найбільш популярних лікарських рослин завдяки широкому діапазону лікувальних властивостей [30, 31]. Оскільки за рахунок дикорослої сировини попит на внутрішньому ринку задовольняється лише частково, актуальне його промислове вирощування. Кращим попередником для рослини є чистий і зайнятий пар, зернові колосові культури.

Звіробій звичайний є багаторічною рослиною, який розмножується насінням (посів восени або ранньою весною) або розсадним методом (весною). За розмноження насіння необхідно враховувати, що воно часто не сходить після сівби на перший рік створення плантації [32]. У дослідженні [13] було проаналізовано вплив стратифікації на посівні якості насіння звіробою та визначено, що після 15–30 діб – збільшується енергія проростання на 2–3 % відносно контролю, через 45 діб – на 13 %. Відзначено позитивний вплив на лабораторну схожість у результаті стратифікації при понижених температурах – збільшення в 1,05 (15 діб); 1,09 (30 діб); 1,18 рази (45 діб).

Заслуговує на увагу дослідження, котре встановлює можливість застосування передпосівного опромінення насіння звіробою звичайного в інтервалі доз 1–35 Гр, що сприяє збільшенню його продуктивності та підвищує фармацевтичну цінність лікарської сировини [33].

Враховуючи, що рослини звіробою звичайного на початкових етапах онтогенезу повільно розвиваються (ускладнений процес вирощування), набуває перспективності його розмноження розсадним методом [30, 34]. Визначено, що на розвиток розсади позитивно впливає додавання у субстрат торфу та перегною, завдяки якому через 50–60 діб висота пагону досягала 3,7–4,5 см і нараховувалося 7,4–8,5 листків [34].

Задля отримання потенційно високої врожайності сухої сировини звіробою звичайного рекомендується вносити 50 кг/га мінеральних і 35 т/га органічних добрив під основний обробіток ґрунту. Доцільно також здійснювати підживлення протягом наступних років життя рослин у нормі 50–60 кг/га діючої речовини NPK [30]. Згідно з дослідженням [35] отриманню стабільної врожайності сухої сировини високої якості сприяє внесення азотного добрива в амонійній формі у середній нормі азоту – 60–90 кг/га. Доведено, що за внесення азоту (250 кг/га) та фосфору (100 кг/га) можна отримати найвищу врожайність сухої сировини звіробою звичайного (1053,9 г/м<sup>2</sup>), а також визначено залежність між кількістю квітучих стебел і вмістом гіперіцину в сировині [36].

У результаті дослідження [37] виявлено підвищення продуктивності плантації звіробою звичайного зі зростанням кількості висаджених рослин на 1 га. Так, у перший рік вегетації рослини найвища врожайність сухої трави у 3,76 т/га отримана за найбільшою кількістю висаджених рослин – 167 тис. росл./га. На другий рік вегетації найбільша врожайність сухої сировини у розмірі 3,96 т/га була за густоти 83 тис. росл./га. Визначено, що за подальшого збільшення кількості рослин на 1 га відбувається зниження врожайності звіробою. Виявлено також, що найбільш сприятливі умови для росту та розвитку рослин звіробою звичайного складаються за найвищої норми внесення добрив – N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub>. При цьому, у перший рік врожайність сухої сировини була 3,31 т/га (на 38 % більше за контроль, без добрив), на другий рік – 4,15 т/га (на 25,4 %).

Таким чином, вирощування лікарських рослин в Україні наразі є перспективним як для задоволення внутрішніх потреб, так і для експорту, що потребує отримання стабільних і якісних врожаїв. При цьому, необхідно враховувати світові тенденції (особливо розвинутих країн) щодо використання у фармацевтичній, косметичній, харчовій та інших галузях лікарських рослин, вирощених за органічними стандартами, з метою поліпшення якості, безпеки та ефективності готових препаратів рослинного походження [38]. Вирощування лікарських рослин в Україні повинно враховувати агроєкологічні чинники впливу на їх врожайність і якість, забезпечувати потреби споживачів і враховувати міжнародні принципи високої якості для серійного виробництва рослинних продуктів, що сертифікуються як лікарські засоби.

## Висновки

Метою статті є аналіз досліджень впливу агроєкологічних чинників на врожайність і якість лікарських рослин в Україні як факторів розвитку галузі.

Серед найбільш перспективних і популярних лікарських рослин, що вирощуються в Україні розглянуто ехінацею пурпурову, мальву, волошку синю та звіробій звичайний. Визначено, що ехінацею пурпурову найкраще висівати у третій декаді березня – на початку квітня, проводити стратифікацію насіння для покращення його посівних якостей, здійснювати

передпосівний обробіток стимулятором росту. Підвищення урожайності кореневищ і коренів ехінацеї досягається комплексом заходів з обробки ґрунту та формуванням фітомаси на перший рік вегетації. Розглянуто передумови щодо отримання врожаю мальви, які складаються з: стратифікації насіння; сівби у оптимальні строки і достатньо вологий ґрунт; удобрення відповідно до споживання в оптимальні фази розвитку; боротьба з бур'янами. Розкрито агроєкологічні чинники врожайності волошки синьої, які передбачають: сівбу восени або весною; очищення насіння; звичайний рядковий спосіб сівби, боротьба з бур'янами. Визначені умови, за яких звіробій звичайний має високу урожайність і якість: кращі попередники; за розмноження насінням необхідна стратифікація або передпосівна обробка насіння; за розмноження розсадним способом доцільно додавати торф і перегній у субстрат; підживлення мінеральними й органічними добривами відповідно до років життя; дотримання оптимальних схем розміщення.

## Конфлікт інтересів

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

## References

1. Silori, C. S., & Badola, R. (2000). Medicinal plant cultivation and sustainable development. *Mountain Research and Development*, 20 (3), 272–279. [https://doi.org/10.1659/0276-4741\(2000\)020\[0272:mpcasd\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1659/0276-4741(2000)020[0272:mpcasd]2.0.co;2)
2. Medicinal herbs market outlook (2023 to 2033). Retrieved from: <https://www.factmr.com/report/4070/medicinal-herbs-market>
3. Tarhani, A. (2015). Diversification of rural economy with the approach of medicinal plants production (case study of villages in quchan county). *PhD Thesis*. Azad University, Mashhad Branch, Supervisor: Jafari, Hamid.
4. Sen, T., & Samanta, S. K. (2014). Medicinal plants, human health and biodiversity: a broad review. In *Biotechnological Applications of Biodiversity*. Springer Berlin Heidelberg.
5. Khesht, M. A., Jafari, H., & Alizadeh, K. (2021). The impact of cultivation of medicinal plants on the economic income of rural settlements case study of Kalat city villages. *Propósitos y Representaciones*, 9 (SPE2). <https://doi.org/10.20511/pyr2021.v9nspe2.957>
6. Vyroshchuvannia likarskykh roslyn (2021). Retrieved from: <https://www.apr.adm-km.gov.ua/news/view/717> [in Ukrainian]
7. Smakota, Ya. (2023). Vyroshchuvannia likarskykh roslyn, yak biznes. Retrieved from: <https://agroapp.com.ua/uk/blog/viroshchuvannya-likarskix-roslyn-yak-biznes/> [in Ukrainian]
8. Pavlovych, V. (2018). TOP-5 naiperspektyvnishykh likarskykh roslyn dlia fermeriv. *Kurkul*. Retrieved from: <https://kurkul.com/spetsproekty/332-top-5-nayperspektivnishih-likarskih-roslyn-dlya-fermeriv> [in Ukrainian]
9. Ploshchi, valovi zbory ta urozhainist silskohospodarskykh kultur za yikh vydamy ta po rehionakh. Retrieved from: [https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/pvzu/arch\\_pvxu\\_reg.htm](https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/pvzu/arch_pvxu_reg.htm) [in Ukrainian]
10. Tomchyshyn, Yu. (2023). Tsei biznes prynosyt nepohani prybutky: v Ukraini nabyraie populiarnosti vyroshchuvannia likarskykh roslyn. *Ekspres*. Retrieved from: <https://expres.online/lyudi-i-problemi/tsey-biznes-prinosit-nepohani-prybutki-v-ukraini-nabirae-populyarnosti-vyroshchuvannya-likarskikh-roslyn> [in Ukrainian]
11. Kembuan, G., Lie, W., & Tumimomor, A. (2020). Potential usage of immune modulating supplements of the Echinacea genus for COVID-19 infection. *International Journal of Medical Reviews and Case Reports*, 4 (Reports in Clinical Medicine and), 1. <https://doi.org/10.5455/ijmrcr.immune-modulating-supplements-echinacea-genus-covid-19-infection>

12. Coelho, J., Barros, L., Dias, M. I., Finimundy, T. C., Amaral, J. S., Alves, M. J., Calhella, R. C., Santos, P. F., & Ferreira, I. C. F. R. (2020). *Echinacea purpurea* (L.) Moench: chemical characterization and bioactivity of its extracts and fractions. *Pharmaceuticals*, 13 (6), 125. <https://doi.org/10.3390/ph13060125>
13. Pospelov, S. V., Opara, M. M., Panchenko, K. S., Zdor, V. M., & Solop, V. Y. (2021). Sowing qualities of medicinal plants' seeds depending on their stratification. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 156–162. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.19>
14. Makukha, O. (2020). The Impact of biopreparations and sowing dates on the productivity of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Journal of Ecological Engineering*, 21 (4), 237–244. <https://doi.org/10.12911/22998993/119802>
15. Makukha, O. (2021). Technological Improvement of *Echinacea purpurea* cultivation. *Ecological Engineering Environmental Technology*, 22 (5), 89–96. <https://doi.org/10.12912/27197050/139336>
16. Dipak, P. (2016). A review on biological activities of Common Mallow (*Malva sylvestris* L.). *Innovare Journal of Life Sciences*, 4 (4), 1–5.
17. Panchenko, K. S. (2020). Ahrobiolohichni osoblyvosti predstavnykiv rodu malva (*Malva* L.). *Likarske roslinnytstvo: vid dosvidu mynuloho do novitnikh tekhnologii: materialy vosmoji Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Poltava: RVV PDAA [in Ukrainian]
18. Delfine, S., Marrelli, M., Conforti, F., Formisano, C., Rigano, D., Menichini, F., & Senatore, F. (2017). Variation of *Malva sylvestris* essential oil yield, chemical composition and biological activity in response to different environments across Southern Italy. *Industrial Crops and Products*, 98, 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.01.016>
19. Burlaka, V. A., Zasekin, D. A., Skoromna, O. I., Kryvyi, M. M., Areshonkov, V. Iu., Hutsol, A. V., Vyskushenko, A. P., Chornyi, M. V., Pavliuk, N. V., Yevtushok, I. M., Orlov, O. O., & Verbelchuk, S. P. (2011). *Ekoloho-biolohichni osoblyvosti ta hospodarska tsinnist maloposhyrenykh kulturnykh ta pryrodnykh roslinnykh resursiv: Navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchykh navchalnykh zakladiv*. Zhytomyr: Polissia [in Ukrainian]
20. Rakhmetov, D. B. (1999). Yntroduktsiia y selektsiia kormovykh rastenyi semeistva Malvovykh (Malvaceae) v Lesostepy Ukrainy. *Introduktsiia Roslyn*, 2, 25–31 [in Ukrainian]
21. Azab, A. (2017). Malva: Food, medicine and chemistry. *European Chemical Bulletin*, 6 (7), 295. <https://doi.org/10.17628/ecb.2017.6.295-320>
22. Panchenko, K., & Pospelov, S. (2023). The effect of *Malva sylvestris* L. plant density on its productivity. *Grafil of Science*, 25, 160–162. <https://doi.org/10.36074/grafil-of-science.17.03.2023.025>
23. Kalzhanovna, S. A., Polat, K., & Kalzhanovna, S. R. (2022). Agrotechnology of growing *Malva* (*Malva* L.) in the field. *European Platform of Regulatory Authorities*, 8 (12), 184–186.
24. Bao, L., Bao, X., Li, P., Wang, X., & Ao, W. (2018). Chemical profiling of *Malva verticillata* L. by UPLC-Q-TOF-MS E and their antioxidant activity in vitro. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 150, 420–426. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2017.12.044>
25. Yousef, A. F., Youssef, M. A., Ali, M. M., Ibrahim, M. M., Xu, Y., & Mauro, R. P. (2020). Improved growth and yield response of jew's Mallow (*Corchorus olitorius* L.) plants through biofertilization under semi-arid climate conditions in Egypt. *Agronomy*, 10 (11), 1801. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111801>
26. Lockowandt, L., Pinela, J., Roriz, C. L., Pereira, C., Abreu, R. M. V., Calhella, R. C., Alves, M. J., Barros, L., Bredol, M., & Ferreira, I. C. F. R. (2019). Chemical features and bioactivities of cornflower (*Centaurea cyanus* L.) capitula: the blue flowers and the unexplored non-edible part. *Industrial Crops and Products*, 128, 496–503. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.11.059>
27. Zahorulko, S. P., Pospelova, H. D., & Danylets, R. O. (2012). Produktyvniost voloshky synoi zalezno vid strokiv sivby. *Likarske roslinnytstvo: vid dosvidu mynuloho do novitnikh tekhnologii: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii*. Poltava [in ukrainian]
28. Pospelov, S. V., Zagorul'ko, S. P., Klimenko, O. V., & Nikolaenko, V. V. (2012). Prorostannjanasinna voloshki sin'oi (*Centaurea cyanus* L.) zalezno vid temperaturi. *Aktual'ni ekologichni ta agrobiologichni problemi Seredn'ogo Pridniprova v konteksti stalogo rozviku: Materiali regional'no-naukovo-praktychnoi konferentsii*. Cherkasi: FOP Belins'ka O. B. [in Ukrainian]
29. Zahorulko, S. P., Pospelov, S. V., Klymenko, O. V., & Boiko, V. V. (2012). Vplyv sposobu sivby na produktyvniost voloshky synoi (*Centaurea cyanus* L.). *Likarske roslinnytstvo: vid dosvidu mynuloho do novitnikh tekhnologii: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii*. Poltava [in Ukrainian]
30. Pospelov, S. V., & Halishevskiy, R. V. (2014). Osoblyvosti prorostannia nasinnia zviroboiu zvychainoho (*Hypericum perforatum* L.). *Likarski rosliny: tradytsii ta perspektivy doslidzen: materialy II Mizhnarodnoi naukovi konferentsii*. Lubny: [in Ukrainian]
31. Lazzara, S., Carrubba, A., & Napoli, E. (2021). Cultivating for the Industry: Cropping Experiences with *Hypericum perforatum* L. in a mediterranean environment. *Agriculture*, 11 (5), 446. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050446>
32. Dias, A. C. P. (2003). The potential of in vitro cultures of *Hypericum perforatum* and of *Hypericum androsaemum* to produce interesting pharmaceutical compounds. *Hypericum*, 149–165. <https://doi.org/10.1201/9781420023305-12>
33. Salivon, A. H., Lystvan, K. V., Litvinov, S. V., Pchelovska, S. A., Shylyna, Yu. V., Zhuk, V. V., & Tonkal, L. V. (2019). Vyznachennia vplyvu riznykh doz peredposivnoho oprominennia nasinnia na vmist flavonoidiv u likarskii syrovyni zviroboiu zvychainoho. *Faktory Eksperymentalnoi Evoliutsii Orhanizmiv*, 25, 310–315 [in Ukrainian]
34. Balyk, Ye. P., Zhuk, M. I., & Pospelov, S. V. (2016). Vplyv umov vyroshchuvannia na rozvytok rozsady zviroboiu zvychainoho (*Hypericum perforatum* L.). *Likarske roslinnytstvo: vid dosvidu mynuloho do novitnikh tekhnologii: materialy piatoji mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Poltava: RVV PDAA [in Ukrainian]
35. Radušienė, J., Marksa, M., Ivanauskas, L., Jakštas, V., Čališka, Ö., Kurt, D., Odabaş, M. S., & Çirak, C. (2019). Effect of nitrogen on herb production, secondary metabolites and antioxidant activities of *Hypericum prunatum* under nitrogen application. *Industrial Crops and Products*, 139, 111519. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.11.1519>
36. Azizi, M., & Omidbaigi, R. (2002). Effect of np supply on herb yield, hypericin content and cadmium accumulation of st. john's wort (*Hypericum perforatum* L.). *Acta Horticulturae*, 576, 267–271. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2002.576.39>
37. Pryvedeniuk, N. V., & Shatkovskiy A. P. (2021). Produktyvniost zviroboiu zvychainoho (*Hypericu mperforatum* L.) za rozsadnoho sposobu rozmnozhenia v umovakh kraplynnoho zroshennia. *Ahroresursy*, 1, 153–161. [in Ukrainian]
38. Chaika, T. O. (2016). Ekoloho-ekonomichni peredumovy vyroshchuvannia likarskykh roslin za orhanichnymy standartamy. *Likarske roslinnytstvo: vid dosvidu mynuloho do novitnikh tekhnologii: materialy piatoji Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii*. Poltava: RVV PDAA. Retrieved from: <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/4697> [in Ukrainian]

## ORCID

V. Onipko  <https://orcid.org/0000-0002-2260-971X>  
 S. Hordivska  <https://orcid.org/0009-0003-6204-9897>



© 2023 Onipko V. and Hordivska S. 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.

## Quality of injured winter wheat seeds depending on storage conditions

V. Polishchuk<sup>1</sup> | D. Konovalov<sup>2</sup>

### Article info

Correspondence Author  
V. Polishchuk  
E-mail:  
[abrovdia@ukr.net](mailto:abrovdia@ukr.net)

<sup>1</sup>Uman National University  
of Horticulture,  
1 Instyutska St., Uman,  
Cherkasy region, 20301,  
Ukraine

<sup>2</sup>Institute of plant physiology  
and genetics of NAS,  
31/17 Vasylykivska Street,  
Kyiv, 03022,  
Ukraine

**Citation:** Polishchuk, V., & Konovalov, D. (2023). Quality of injured winter wheat seeds depending on storage conditions. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 39–43. doi: 10.31210/spi2023.26.02.07

The article presents the results of studies on the influence of the term and conditions of storage of winter wheat seeds in sealed and unsealed containers in a climate chamber and storage, depending on the degree of their injury. It was found that storage of seeds for five years with varying degrees of injury led to a significant decrease in their quality. When stored in a climate chamber in a sealed container with a moisture content of 6.7 %, the seeds were stored better than in a leaky container. Thus, at a degree of injury of 79 %, the germination energy, germination and growth force of seeds in sealed containers decreased by 2, 3 and 5 %, respectively, and in leaky containers – by 7, 6 and 9 %. At the same time, the seeds fully retained their original quality indicators, even with a slight injury of 18 % under the same storage conditions. It is worth noting that with an increase in the degree of seed injury from 18 to 79 %, the quality indicators naturally decreased under all storage conditions. More injured seeds (56 and 79 %) lost their viability much faster. Also, the amount of air-dry mass of sprouts and roots decreased and the degree of leaching of extractive carbohydrates from seeds increased, especially in seed samples stored in leaky containers regardless of their degree of injury. In severely injured seeds (56 and 79 %) stored in sealed packaging both in the climate chamber and in the storage facility, viability indicators increased – the content of extractable sugars, which is associated with mechanical damage to the seed coat and removal of seeds from the post-harvest ripening state. Such seeds were less affected by pathogens. Thus, based on the experimental data obtained, it can be concluded that when laying seed stocks for long-term storage, the degree of seed injury should be taken into account, and mechanical damage to the seeds should be prevented during harvesting, post-harvest processing and storage. It is advisable to store injured seeds of valuable breeding and genetic samples at a moisture content of about 7.6 % in a sealed container.

**Keywords:** germination, germination energy, storage sealed containers, seed moist.

## Якість травмованого насіння пшениці озимої залежно від умов його зберігання

В. В. Поліщук<sup>1</sup> | Д. В. Коновалов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уманський національний  
університет садівництва,  
м. Умань, Україна

<sup>2</sup>Інститут фізіології рослин  
і генетики НАН,  
м. Київ, Україна

У статті представлено результати досліджень впливу терміну та умов зберігання насіння пшениці озимої в герметичні та негерметичні тарі в умовах кліматичної камери і сховища залежно від ступеню його травмування. З'ясовано, що за зберігання насіння упродовж п'яти років з різним ступенем травмування призвело до значного зниження його якості. За зберігання насіння в кліматичній камері у герметичній тарі за його вологості 6,7% воно зберігалось краще, ніж в негерметичній тарі. Так, за ступеню травмування 79 % енергія проростання, схожість і сила росту насіння в герметичній тарі зменшилися, відповідно – на 2, 3 та 5 %, в негерметичній тарі – на 7, 6 та 9 %. Водночас, як за незначного травмування насіння – 18% за таких же умов зберігання воно повністю зберегло початкові показники якості. Доцільно зазначити, що з збільшенням ступеню травмування насіння від 18 до 79 % показники якості закономірно зменшувалися за всіх умов його зберігання. Більш травмоване насіння (56 і 79 %) набагато швидше втрачало життєздатність. Також, знижувалася кількість повітряно сухої маси паростків і корінців та підвищувався ступінь вимивання з насіння екстрактивних вуглеводів, особливо в зразках насіння, які зберігали в сховищі в негерметичній тарі незалежно від його ступеня травмування. У сильно травмованого насіння (56 і 79 %), що зберігалось у герметичній упаковці як в кліматичній камері, так і в сховищі показники життєздатності підвищувались – вміст екстрактивних цукрів, що пов'язано з механічним порушенням насінневих оболонок та виведення насіння зі стану післязбирального дозрівання. Таке насіння менше уражувалося збудниками хвороб. Травмоване насіння цінних селекційно-генетичних зразків доцільно зберігати за його вологості біля 7,6 % у герметичній тарі. Таким чином з'ясовано, що при закладанні на тривале зберігання насіннєві фонди слід враховувати ступінь травмування насіння, не допускати його механічного пошкодження в процесі збирання, післязбиральної обробки та зберігання.

**Ключові слова:** схожість, енергія проростання, сховище герметична тара, вологість насіння.

**Бібліографічний опис для цитування:** Поліщук В. В., Коновалов Д. В. Якість травмованого насіння пшениці озимої залежно від умов його зберігання. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 39–43.

## Вступ

У виробничих умовах та в процесі селекційної роботи трапляються випадки, коли необхідно зберегти насіннєвий матеріал і цінні селекційно-генетичні зразки, упродовж довготривалого зберігання і, особливо, селекційні зразки, які мають низьку життєздатність (схожість) або її втратив, а також є необхідність довготривалого зберігання цінного селекційного матеріалу пшениці з доброю якістю. Тому, питання дослідження факторів, що впливають на якість насіння за його зберігання є актуальним. З цією метою були проведені дослідження з впливу вологості насіння, його ступеню травмування та умов зберігання на якісні показники за зберігання в герметичні та не герметичні тарі в умовах камери і сховища.

Травмування – одна з найістотніших причин зниження посівних якостей насіння сільськогосподарських культур безпосередньо в рік їх збирання та зниження продуктивності рослин у наступних поколіннях. [1]. Травмування, пошкодження та руйнування зернівок є наслідком впливу механічних навантажень механізмів жатки, молотильного барабану, решітного стану, шнеків інших робочих елементів зернозбиральних комбайнів при післязбиральному дороблянні та підготовляння насіння зерноочисними машинами тощо [2–8].

Травмування насіння різними механізмами можна віднести до природного й неминучого результату [9]. Травмування насіння погіршує його посівні якості, знижує польову схожість і негативно позначається на продуктивності рослин [10, 11].

Травмування зерна – це насамперед погіршення його якості та характеристик зберігання, а також зниження продовольчих, технологічних і посівних властивостей. Механічні пошкодження зерна небезпечні не лише тим, що травмуються зародки насіння або зменшуються запаси поживних речовин у ендоспермі, а передусім тим, що вони є так званіми лазівками, через які хвороботворні мікроорганізми легко проникають усередину зерна й ушкоджують тканини, що призводить до зниження його якості упродовж зберігання [12].

Встановлено, що 30–40% насіння зернових культур не дають сходів через мікропошкодження. При посіві травмованим насінням врожайність зернових знижується [13].

Великий вплив на травмування насіння надає їх вологість. Насіння як з низькою, так і з високою вологістю легко пошкоджуються, тому прибирати їх потрібно при оптимальній вологості [14–16].

Як при пониженій вологості так і при підвищеній обмолот зерна (насіння) супроводжується травмуванням у вигляді битого, подрібненого, мікро-, макротріщин, вм'ятин, стиснення і перетиснення, що призводить до зниження як продовольчих, так і, особливо посівних якостей, що вимагає негайного його очищення до закладання на зберігання [17].

Травмування помітно впливає на мінливість якості насіння під час його зберігання. Внаслідок травмування лабораторна схожість насіння значно

знижується, а при зберіганні такого насіннєвого матеріалу активно розвивається інфекція, що згубно діє на його посівні властивості. Вважається, що кожен відсоток травм посівного матеріалу знижує урожайність до 10 кг/га [18].

## Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати впливу терміну та умов зберігання насіння пшениці озимої в герметичні та негерметичні тарі в умовах кліматичної камери і сховища залежно від ступеню його травмування.

## Матеріали і методи

Дослідження проводили в дослідному господарстві Інституту фізіології рослин і генетики в 2016–2021 роках з насінням пшениці м'якої озимої сорту Богдана, селекції Інституту. Було штучно створено три рівні травмованого насіння: 18–36% (вимолочування рослин вручну), 56–59% (збирання зерновим комбайном), 62–98% (допоміжна обробка сноповою молотаркою). Насіння, підсушене до рекомендованої вологості, зберігали в умовах зниженої ( $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , кліматична камера) й неконтрольованої (сховище) температури в герметичній і негерметичній тарі.

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методами дисперсійного аналізу за методом Фішера [19] з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0 від StatSoft та методичних рекомендацій [20].

## Результати та їх обговорення

З'ясовано, що за зберігання насіння упродовж п'яти років з різним ступенем травмування призвело до значного зниження його якості (табл. 1).

За зберігання насіння у негерметичній тарі за його вологості 6,7% як в умовах кліматичної камери, так і в сховищі – неконтрольованих умовах енергія проростання, схожість та сила росту значно знизилася. Найгірше зберігалось насіння в умовах неконтрольованого клімату в негерметичній упаковці за підвищеної вологості як в кліматичній камері, так і в сховищі. При цьому за зберігання в кліматичній камері втрати якості насіння протікали не так швидко, як в сховищі. За вологості насіння 11,2% і зберігання в негерметичній тарі у сховищі незалежно від ступеня його травмування енергія проростання, схожість та сила росту зменшилися, відповідно – на 90, 91 та 87–89%, тобто уже на третій рік воно повністю втратило свою якість. За зберігання такого насіння в кліматичній камері з ступенем травмування 18% енергія проростання, зменшилася на 26%, схожість – на 19% і сила росту – на 24%. Зі збільшенням ступеню травмування до 79% втрати цих показників були достовірно більшими. Тобто, на якість насіння істотно впливала при його зберіганні вологість насіння, а також ступінь його травмування.



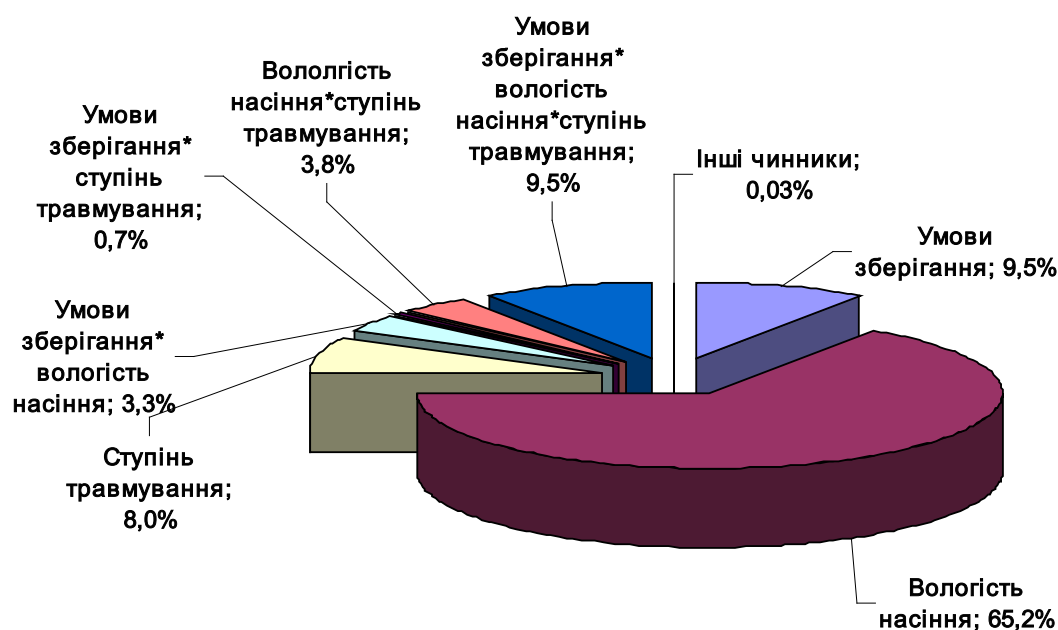
**Таблиця 1**

Якість травмованого насіння сорту озимої м'якої пшениці Богдана за роки зберігання (2016–2021) в різних умовах

Умови зберігання		Вихідна вологість насіння, %	Рівень травмованості, %	Зміна показників, ±		
сховище	тара			енергія проростання, %	схожість, %	сила росту, %
Камера	Герметична	6,7	18	0	-1	+2
			56	-3	-2	-4
			79	-2	-3	-5
	Негерметична	6,7	18	+3	+2	+3
			56	-5	-3	-4
			79	-7	-6	-9
Сховище	Герметична	11,2	18	-26	-19	-24
			56	-56	-58	-60
			79	-80	-77	-75
	Негерметична	6,7	18	-2	0	+1
			56	-7	-8	-10
			79	-10	-12	-12
Негерметична	11,2	18	0	-1	-6	
		56	-14	-14	-20	
		79	-80	-64	-66	
			18	-90*	-91*	-87*
			56	-90*	-91*	-88*
			79	-90*	-91*	-89*
НІР <sub>0,05</sub> заг				1,07		
НІР <sub>0,05</sub> умови зберігання				0,36		
НІР <sub>0,05</sub> вологість насіння				0,44		
НІР <sub>0,05</sub> ступінь травмування				0,44		

Дослідження факторів, які впливали на якість насіння за його зберігання виявлено, що найбільший вплив був фактору «вологість насіння» – 65,2 %, вплив фактору «умови зберігання» та взаємодія

факторів «умови зберігання\*вологість\*ступінь травмування» становили по 9,5 %, фактору «ступінь травмування» – 8,0 %. Вплив інших факторів та їх взаємодії був незначним (рис. 1).



**Рис. 1.** Вплив факторів на якість насіння за його зберігання залежно від умов, вологості та травмованості (середнє за 2016–2021 рр.)

Також, знижувалася кількість повітряно сухої маси паростків і корінців та підвищувався ступінь вимивання з насіння екстрактивних вуглеводів, особливо в зразках насіння, які зберігали в сховищі в негерметичній тарі незалежно від його ступеня травмування. При такому зберіганні за вологості насіння 6,7 % при незначному травмуванні насіння

повітряно суха маса паростків зменшилася на 0,06 г, корінців – на 0,09 г, водночас як за 56 % травмування насіння повітряно суха маса паростків зменшилася вдвічі, а корінців – 0,08 г, а за максимального травмування, відповідно – в чотири рази та на 0,13 г. У такого насіння підвищувався рівень загальної ураженості хворобами (табл. 2).

**Таблиця 2**

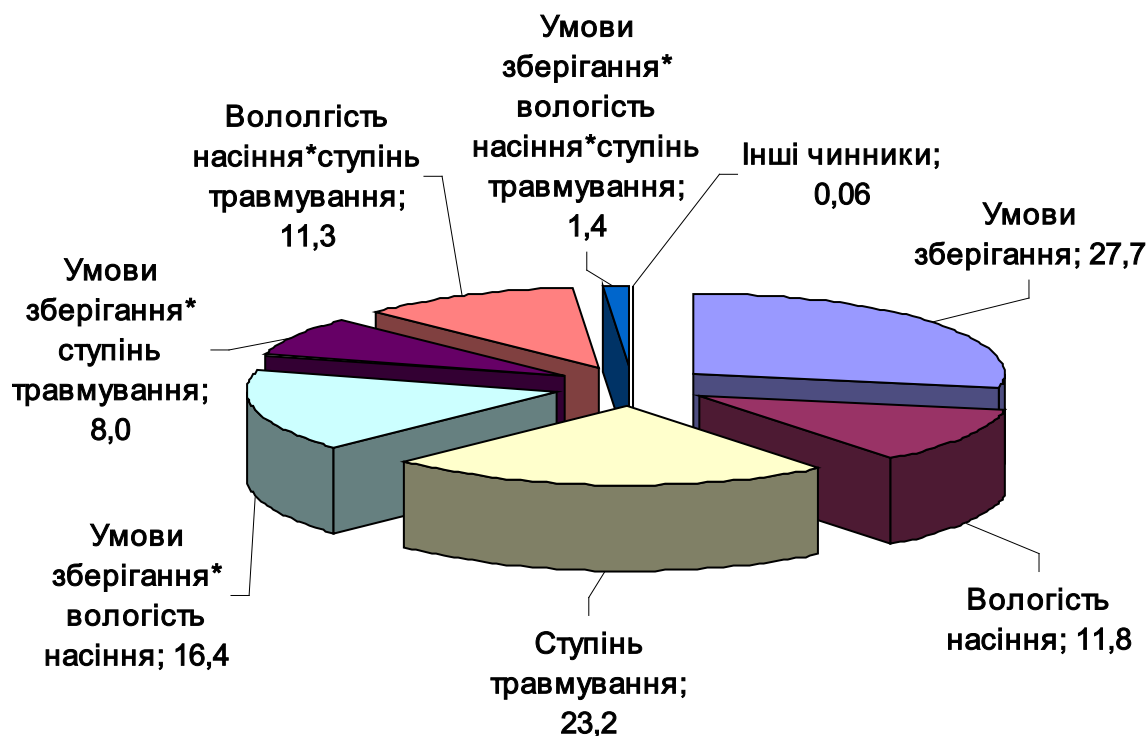
Життєздатність травмованого насіння сорту озимої м'якої пшениці Богдана за роки зберігання (2016–2021) в різних умовах

Умови зберігання		Вихідна вологість насіння, %	Рівень травмованості, %	Зміна показників, ±			
сховище	тара			повітряносуха маса 100 шт., г		вміст екстрактивних цукрів, мг/мл	загальна ураженість, %
				паростків	корінців		
Камера	Герметична	6,7	18	-0,02	+0,1	+0,2	-21,3
			56	+0,01	-0,04	+0,4	-18,6
			79	-0,08	-0,24	+0,3	+1,2
	Не герметична	6,7	18	+0,10	-0,04	+0,2	-25,3
			56	+0,05	-0,02	+2,6	-13,3
			79	-0,07	-0,22	+1,2	-1,3
	11,2	18	+0,04	-0,10	+1,5	-21,3	
		56	-0,08	-0,24	+4,6	+2,6	
		79	-0,17	-0,29	+5,4	+4,4	
Сховище	Герметична	6,7	18	+0,01	-0,10	+5,0	-20,0
			56	0,00	-0,15	+4,7	-14,6
			79	-0,07	-0,21	+7,6	+6,1
	Не герметична	6,7	18	-0,06	-0,09	+2,2	-25,7
			56	-0,12	-0,08	+1,9	+2,7
			79	-0,24	-0,13	+4,8	+6,1
		11,2	18	-	-	+0,9	-18,7
			56	-	-	+4,8	+4,0
			79	-	-	+8,3	+5,4
НІР <sub>0,05 заг.</sub>				0,01	0,03	0,10	0,56
НІР <sub>0,05 умови зберігання</sub>						0,03	0,19
НІР <sub>0,05 вологість насіння</sub>						0,04	0,23
НІР <sub>0,05 ступінь травмування</sub>						0,04	0,23

У сильно травмованого насіння (56 і 79 %), що зберігалось у герметичній упаковці як в кліматичній камері, так і в сховищі показники життєздатності підвищувались – вміст екстрактивних цукрів, що пов'язано з механічним порушенням насінневих оболонок та виведення насіння зі стану після-збирального дозрівання. Таке насіння менше уражувалося збудниками хвороб.

Експериментально виявлено, що на вміст

екстрактивних цукрів в насінні за його зберігання залежно від умов зберігання, його вологості та ступеню травмування, найбільший вплив був фактору «умови зберігання» – 27,7 % та «ступінь травмування» – 23,2 %, вплив фактору «вологість насіння» був меншим і становив – 11,8 %, а взаємодія факторів «умови зберігання\*вологість насіння» – 16,4 %. Вплив інших факторів та їх взаємодія були меншими (рис. 2).



**Рис. 2.** Вплив факторів на вміст екстрактивних цукрів за зберігання насіння залежно від умов, його вологості та ступеню травмування

## Висновки

На підставі отриманих експериментальних даних можна дійти висновків про те, що при закладанні на тривале зберігання насіннєві фонди слід враховувати ступінь травмування насіння, не допускати його механічного пошкодження в процесі збирання, після-збиральної обробки та зберігання. Зі збільшенням ступеню травмування насіння від 18 до 79 % показники якості закономірно зменшувалися за всіх умов його зберігання. Більш травмоване насіння (56 і 79%) набагато швидше втрачало життєздатність. Травмоване насіння цінних селекційно-генетичних зразків доцільно зберігати за його вологості біля 7,6 % у герметичній тарі. Отже, на якість насіння істотно впливає вологість насіння при його зберіганні, а також ступінь його травмування.

*Перспективи подальших досліджень.* Визначити урожайність пшениці озимої за різного ступеню травмування насіння та його вологості при зберіганні.

## Конфлікт інтересів

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

## References

1. Seed injury and its prevention. Retrieved from: <https://consum-erhm.gov.ua/%203089-travmuвання-nasinnya-i-zapobigannya-jomu> [in Ukrainian]
2. Golovach, I. V., Derevyanko, D. A., & Derevyanko, O. D. (2017). Seed injury during drying by technical means. *All-Ukrainian Scientific and Technical Journal*, 78–82.
3. Kirpa, M. Y., & Bazileva, Y. S. (2011). Features of maize seed injury and methods of its prevention. *Bulletin of the Institute of Grain Farming*, 40, 60–63.
4. Derevyanko, D. A. (2014). Seed injury and quality at different stages of technological processes. *Engineering of Nature Management*, 1 (1), 114–123.
5. Sheychenko, V. O., Aneliak, M. M., Kuzmych, A. Y., Kustov, S., & Hrytsaka, O. M. (2015). Study of seed injury by combines with different technological schemes of threshing. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 226, 133–141.
6. Voropai, V. P. (2017). Seed injury during mechanical processing. *Materials of the XIII International Forum: Youth and agricultural machinery in the XXI century*. Kharkiv: KHNTUA.
7. Derevyanko, D. A. (2014). Study of the influence of mechanical loads on seed injury by drum and axial-rotary threshing machines. *Technique in agricultural production, branch engineering, automation*, 27, 168–173.
8. Kukharchuk, P. V., & Martyshko, V. M. (2019). Study of seed injury during threshing. *Collection of abstracts of the II International Scientific and Practical Conference: Agroengineering: modern problems and prospects of development*. Kyiv: NULES.
9. Novytska, N. V. (2012). Ways to reduce the negative effects of seed injury. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 176, 40–45.
10. Novytska, N. V. (2014). Improving the sowing qualities of injured seeds. *Collection of Scientific Works Sworld*, 3, 15–18.
11. Savchenko, V. M., & Zhuk, I. D. (2019). Study of seed injury by working bodies and elements of machines for post-harvest processing. *Technical progress in animal husbandry and fodder production: VII All-Ukrainian Scientific and Technical Conference*. Glevakha-Kyiv.
12. Opalko, V., Shatrov, R., Shysh, A., & Marchenko, V. (2020). Mechanical injury of grain after harvesting. Retrieved from: <https://agroexpert.ua/mekhanichne-travmuвання-zerna-pisliia-zbyrannia/>
13. Skrynnik, I., Pisarkova, I., & Petrenko, M. (2018). Mechanical Grain Damage. *Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines*, 48, 143–153. <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2018.48.143-153>
14. Mikhailov, E. V., Mikhailov, E. V., & Koltsov, M. P. (2013). Injury of grain seeds during post-harvest treatment and ways to reduce it. *Proceedings of the TGATU*, 13 (3), 139–145.
15. Lisoav, A. P., Davydenko, U. M., & Moiseienko, B. M. (1984). *Ahrokhimiia: laboratornyi praktykum*. Kyiv: «Vyshcha shkola» [in Ukrainian]
16. Yaroshchuk, I. E., & Yaroshchuk, T. A. (2020). Application of innovative energy-saving technologies to improve moisture supply in the cultivation of perennial crops. *Collection of reports of the international scientific and practical conference «Modern systems of fertilisation of agricultural crops»*, Dnipro: Dniprovskiy derzhavnyi ahrarno-ekonomichnyi universytet [in Ukrainian]
17. Grabar, I. G., Derevyanko, D. A., & Geruk, S. M. (2010). Influence of factors of post-harvest grain processing on the quality of seed material. *Design, production and operation of agricultural machines*, 40 (1), 2–6.
18. Pogorila, L. G., & Rudyk, O. V. (2021). Influence of soybean seed injury on its storage. *Agronomist*. Retrieved from: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-travmuвання-nasinnya-soyi-na-jogo-zberigannya/>
19. Tukey, J., & Fisher, R. A. (1952). Statistical Methods for Research Workers. *Econometrica*, 20 (3), 511. <https://doi.org/10.2307/1907425>
20. Ehrmantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statistical analysis of agronomic experimental data in STATIS-TICA 6. Methodical instructions*. Kyiv.

## ORCID

- V Polishchuk  <https://orcid.org/0000-0001-8157-7028>  
D Konovalov  <https://orcid.org/0000-0003-1254-2926>



2023 Polishchuk V and Konovalov D. 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.

## Determining highly productive soft winter wheat varieties by economically valuable signs in the zone of the Southern Forest-Steppe of Ukraine

S. Kholod<sup>1</sup> | V. Kirian<sup>1</sup> | O. Ilichov<sup>1</sup> | V. Liashenko<sup>2</sup> | V. Karasenko<sup>2</sup>

### Article info

#### Correspondence Author

V. Liashenko

E-mail:

[viktor.liashenko@ukr.net](mailto:viktor.liashenko@ukr.net)

<sup>1</sup>Ustymivka Experimental Station of Plant Production, v. Ustymivka Hlobyne district, Poltava region, 39074, Ukraine

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

**Citation:** Kholod, S., Kirian, V., Ilichov, O., Liashenko, V., & Karasenko, V. (2023). Determining highly productive soft winter wheat varieties by economically valuable signs in the zone of the Southern Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 44–50. doi: 10.31210/spi2023.26.02.08

The study was made to find highly productive soft winter wheat varieties of various environmental and geographical origin by the indicators of yield capacity and its components, biological properties for agro-climatic conditions of the Southern Forest-Steppe Zone of Ukraine. The research was conducted during 2020–2022 in the laboratory and field conditions of Ustymivka Experimental Station of Plant Growing named after V. Ya. Yiriev of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. The samples of soft winter wheat were studied by the following characteristics: spike length, number of ears and kernels in the spike, spike density, thousand-kernel weight, kernel weight per spike and plant, yield capacity. 68 samples of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) of different origin were the research material. During the whole study period, the following Ukrainian winter wheat varieties showed the highest productivity and yield capacity: Perlyna Polissia, Cassiopea, Hospodarka, Laval, Zorepad Bilotserkivsky, Kubok, Axioma Odeska, Perspektyva Odeska, Hratiia Bilotserkivska; KSW Ronin, Angelus German soft winter wheat varieties as well as Ilona variety from Slovakia. The highest level of spike kernel percentage was registered in the following varieties: Ilona (SVK) and Matrix (DEU) – 48 pcs, Angelus (AUT) and Motrey 2 (UKR) – 44 pcs, Zorepad Bilotserkivsky and Metelytsia Kharkivska (UKR) – 43 pcs. According to the complex of the high level of definite signs expression (spike length, the amount of kernels in the spike, thousand-kernel weight, kernel weight per spike and plant), the following varieties can be singled out: Angelus (AUT), Ilona (SVK), Axioma Odeska, Bilosnizhka, Zorepad Bilotserkivsky, Kesaria Poliska, Metelytsia Kharkivska, MIP Valensiia, Optyma Odeska, Raihorodka, Laval, Hospodarka (UKR), Adel (RUS), KWS Ronin (DEU). A high yield environmental plasticity under the conditions of the Southern Forest-Steppe of Ukraine was found in Polisiianka, Metelytsia Kharkivska, Hospodarka (UKR), and Ilona (SVK) varieties.

**Keywords:** soft winter wheat, sample, yield capacity, spike, thousand-kernel weight, kernel weight per spike

## Визначення високопродуктивних сортів пшениці м'якої озимої за господарсько-цінними ознаками в зоні Південного Лісостепу України

С. М. Холод<sup>1</sup> | В. М. Кір'ян<sup>1</sup> | О. Г. Ільчов<sup>1</sup> | В. В. Ляшенко<sup>2</sup> | В. М. Карасенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, с. Устимівка, Україна

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

Проведено дослідження щодо виявлення високопродуктивних сортів пшениці м'якої озимої різного еколого-географічного походження за показниками врожайності та її складових, біологічних властивостей для агрокліматичних умов зони південного Лісостепу України. Дослідження проведено протягом 2020–2022 років у лабораторних і польових умовах Устимівської дослідної станції рослинництва Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України. Зразки пшениці м'якої озимої досліджувалися за наступними ознаками: довжиною колоса, кількістю колосків і зерен у колосі, щільністю колоса, масою 1000 зерен, масою зерна з колоса та рослини, врожайність. Матеріалом дослідження було 68 зразків пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) озимої різного походження. Впродовж всього періоду дослідження найбільшу продуктивність і врожайність показали такі сорти пшениці м'якої озимої з України: Перлина полісся, Кассіопея, Господарка, Лаваль, Зорепад білоцерківський, Кубок, Аксиома одеська, Перспектива одеська, Грація білоцерківська; з Німеччини: KWS Ronin, Angelus; з Словаччини: Ілона. Найбільший рівень показника озерненості колоса зафіксовано у сортів Ілона (SVK) та Matrix (DEU) – 48 шт., Angelus (AUT) і Мотрей 2 (UKR) – 44 шт., Зорепад білоцерківський та Метелиця харківська (UKR) – 43 шт. За сукупністю високого рівня прояву певних ознак (довжина колоса, кількість зерен у колосі, маса 1000 зерен, маса зерна з колоса та рослини) можна виділити наступні сорти: Angelus (AUT), Ілона (SVK), Аксиома одеська, Білосніжка, Зорепад білоцерківський, Кесарія поліська, Метелиця харківська, МІП Валенсія, Оптіма одеська, Райгородка, Лаваль, Господарка (UKR), Адель (RUS), KWS Ronin (DEU). Висока екологічна пластичність врожайності в умовах Південного Лісостепу України відмічена у сортах Полісянка, Метелиця харківська, Господарка (UKR), Ілона (SVK).

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима, зразок, урожайність, колос, маса 1000 зерен, маса зерна з колосу.

**Бібліографічний опис для цитування:** Холод С. М., Кір'ян В. М., Ільчов О. Г., Ляшенко В. В., Карасенко В. М. Визначення високопродуктивних сортів пшениці м'якої озимої за господарсько-цінними ознаками в зоні Південного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 44–50.

## Вступ

В умовах сучасного агропромислового виробництва пшениця м'яка озима (*Triticum aestivum* L.) є основною зерновою культурою України, збільшення урожайності зерна якої відбувається передусім шляхом упровадження найбільш адаптованих сортів до конкретних ґрунтово-кліматичних умов [1]. Чисельні дослідження стверджують, що до найбільш дешевих шляхів зростання валових зборів пшениці відносяться створення і запровадження у сільсько-господарське виробництво нових сортів, які характеризуються високою продуктивністю, стійкістю до хвороб, стабільністю, пластичністю та цінними хлібопекарськими якостями [2]. Важливою гарантією щодо створення подібних сортів є стабільний пошук для селекції нового вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої [3]. З огляду на зазначене набуває актуальності у практичному значенні селекційна робота щодо якості зерна, що передбачає залучення у систему гібридизації світових генетичних ресурсів, адже прояв ознак якості забезпечується не тільки генотипом, а й еколого-географічним походженням [4]. Пошук для селекційного процесу цінних генетичних джерел адаптованих до умов вирощування є однією із актуальних проблем сучасної селекції [5]. Велика кількість наукових досліджень, опублікованих з урахуванням аналізу результатів експериментальних даних, отриманих ученими з відмінних науково-дослідних установ, навчальних закладів рослинницького профілю, а також прогресивний виробничий досвід вказують на наявність невикористаних можливостей для подальшого збільшення об'ємів виробництва зерна різних сортів пшениці озимої [6]. Систематичне вивчення колекційного матеріалу за адаптивними ознаками дає змогу виявити зразки із цінними ознаками і властивостями для ефективного використання в практичній селекції [7, 8, 9, 10, 11]. Передумовою для успішної селекційної роботи є достатня кількість вихідного матеріалу з необхідними ознаками і властивостями [12]. Багато досліджень присвячено визначенню продуктивності та її структурних елементів та інших кількісних ознак рослин, а також цінних господарських ознак в залежності від генотипу сортів пшениці м'якої озимої та умов вирощування [13, 14, 15, 16]. Незважаючи на існуючий вагомий об'єм науково-дослідницьких робіт з вивчення та подальшого поліпшення існуючих цінних господарських ознак різних сортів пшениці м'якої озимої, наразі ця задача перебуває ще далеко до повного свого вирішення. Залучення сучасних джерел досягнення продуктивності й інших господарсько-цінних ознак дозволяє розширити генетичне різноманіття, відкриває новітні можливості щодо формування колекцій з використанням їх для селекції високо-урожайних і конкурентоспроможних сортів пшениці м'якої озимої.

## Мета дослідження

Мета дослідження полягає у вивченні набору сучасних високопродуктивних сортів пшениці м'якої

озимої різного еколого-географічного походження за показниками врожайності та її складових, біологічних властивостей в зоні південного Лісостепу України.

*Завдання дослідження:* здійснити оцінку врожайності відібраних сортів пшениці м'якої озимої за 2020–2022 рр.; визначити продуктивність, кількість зерен у колосі, масу зерна з колоса та з рослини, масу 1000 насінин у рослин пшениці м'якої озимої.

## Матеріали і методи

Дослідження проведені впродовж 2020–2022 років у лабораторних і польових умовах Устимівської дослідної станції рослинництва Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України в центральній частині Кременчуцького району Полтавської області та південній частині зони Лісостепу України (на межі зі Степом). Матеріалом дослідження було обрано 68 зразків пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) озимої з десяти країн, зокрема: 51 зразок з України, 6 – з Російської Федерації, 3 – з Німеччини, 2 – з Австрії та по одному з Польщі, Хорватії, Словаччини, Швеції, Білорусії та Нідерландів. Закладку дослідів, оцінку й аналіз отриманих даних за урожайними та якісними показниками проведено відповідно до «Методики польового досліду» [17], методики Державного сортопробування сільськогосподарських культур (2016) [18]. Посів проводився селекційною сівалкою ССФК на ділянках площею 5 м<sup>2</sup> рядковим способом з шириною міжрядь 15 см по пару в оптимальні строки. Стандарти висівали через 20 номерів, норма висіву – 4,5 млн зерен на 1 га. Весною проводили підживлення посіву аміачною селітрою (N<sub>52</sub>). Для групи напівкарликових (інтенсивних) зразків стандартом був сорт Бунчук; середньорослих (напівінтенсивних та універсальних) – Подолянка й Альбатрос одеський (UKR). Також висівалися еталони з відмінними рівнями прояву господарсько-цінних ознак. Обрані зразки вивчалися відповідно до затверджених методик у роботі з генетичними ресурсами рослин [19–21]. Структурний аналіз проводився за двох повторень на десяти типових колосах. Статистична обробка отриманих результатів проводилася за методикою Б. О. Доспеховим [17]. Дослідження стабільності та пластичності генотипу рослин проведилося за методикою S. A. Eberhart і W. A. Russel [22].

Посів пшениці м'якої озимої у 2020 та 2021 рр. було здійснено у першій декаді жовтня (7 та 6 жовтня відповідно). Погодні умови осені 2020 року були достатньо теплими та сухими (див. табл. 1). Протягом вересня–листопада загальна кількість опадів становила 66,6 мм, що на 77,4 мм менше середньобагаторічної. Дефіцит вологи призводив до затримування та розвитку рослин. Погодні умови передпосівного та посівного періоду пшениці м'якої озимої характеризувалися температурою повітря 19,9 °С, що вище на 5,5 °С за середньобагаторічну (14,4 °С). Кількість опадів за вересень становила 25,3 мм, що негативно вплинуло на появу сходів, які появлялися не рівномірно. У жовтні кількість опадів склала 30,0 мм при середньодобовій температурі

13,5 °С, відповідно. У листопаді кількість опадів склала 11,3 мм (середньобагаторічна – 49,0 мм) при середньодобовій температурі повітря 4,3 °С

(середньобагаторічна – 2,0 °С). При цьому, вегетація рослин пшениці м'якої озимої припинилася у фазі кушення в третій декаді листопада 2020 р.

**Таблиця 1**

Гідротермічний режим у період вегетації пшениці м'якої озимої, 2020–2022 рр.

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С			Кількість опадів, мм		
	2020/2021 рр.	2021/2022 рр.	середньо-багаторічна	2020/2021 рр.	2021/2022 рр.	середньо-багаторічна
Вересень	19,9	14,7	14,4	25,3	73,4	56
Жовтень	13,7	8,9	8,1	30,0	21,3	39
Листопад	4,3	5,2	2,0	11,3	32,8	49
Грудень	-0,8	-0,3	-2,7	48,8	63,9	35
Січень	-2,0	-1,1	-4,9	43,9	39,7	38
Лютий	-4,1	2,2	-4,5	62,0	9,3	30
Березень	3,0	2,8	0,5	20,6	11,9	28
Квітень	9,1	9,9	8,9	27,0	70,3	44
Травень	16,7	16,1	15,9	64,3	62,7	50
Червень	21,7	22,1	19,5	101,0	43,4	57
Липень	25,9	21,8	21,0	37,8	92,2	72
Серпень	23,7	22,7	19,8	56,2	92,6	58
За період	10,9	10,4	8,2	528,2	613,5	556

За зимовий період 2020/2021 років сума опадів складала 154,7 мм, що на 51,7 мм вище середньобагаторічного рівня. Середньодобова температура повітря становила при цьому -2,3 °С. Найнижча мінімальна температура повітря була зафіксована у січні – -23,9 °С, а найвища у лютому – +9,5 °С. Коливання температур не мали негативного впливу на рослини озимої пшениці завдяки достатньому сніговому покриву (50 діб із сніговим покривом).

Весна 2021 року була ранньою, затяжною та мало дощовою. Відновлення вегетації відзначено у другій декаді березня. Погодні умови весни 2021 року були переважно сприятливими для росту та розвитку пшениці м'якої озимої. Середньодобова температура у березні була на рівні 3,0 °С з коливаннями від -3,9 °С до 14,2 °С при середньобагаторічній 0,5 °С. Кількість опадів становила 20,6 мм, що на 7,4 мм менше середньобагаторічного рівня. Середньодобова температура у квітні становила 9,1 °С, сума опадів дорівнювала 27,0 мм (середньобагаторічна температура – 8,9 °С, сума опадів – 44 мм). Середньодобова температура травня становила 16,7 °С, сума опадів складала 64,3 мм, що на 0,8 °С та відповідно 14,3 мм вище середньобагаторічного рівня. На травень місяць припав початок колосіння значної більшості зразків у супроводі достатньої кількості опадів.

На стадії формування, наливу та досягання зерна середньодобові температури у червні та липні становили 21,7 °С та 25,9 °С, при сумі опадів 101,8 мм та 37,8 мм відповідно. Такі погодні умови дали можливість сформувати рослинам достатню біомасу, високу продуктивну куцистість, масу зерна з колосу, вповненість зерна та високий рівень врожайності.

Умови осені 2021 року були достатньо теплими та вологими. У вересні випало 73,4 мм, що на 17,4 мм більше від середньобагаторічного показника. Це сприяло своєчасній і рівномірній появі сходів на 12 добу. У вересні температура повітря становила 14,7 °С при середньобагаторічній 14,4 °С. У жовтні випало 21,3 мм та листопаді 32,8 мм за середньодобової температури повітря 8,9 °С у жовтні та 5,2 °С у листопаді.

За зимовий період 2021/2022 рр. сума опадів становила 112,9 мм при середньобагаторічному рівні 103,0 мм. При цьому, середньодобова температура повітря складала 0,3 °С. Найнижчу мінімальну температуру повітря було зафіксовано у січні – -15,0 °С, а найвища у лютому – +10,0 °С. Коливання температур не спричинили негативного впливу на рослини озимої пшениці.

Весна 2022 року була прохолодною та затяжною. Відновлення вегетації спостерігалось в третій декаді березня. Середньодобова температура повітря березня становила 2,8 °С з коливаннями від -4,3 °С до 4,2 °С, а кількість опадів становила 11,9 мм при середньобагаторічній 28,0 мм. Середньодобова температура квітня склала 9,9 °С, сума опадів – 70,3 мм (середньобагаторічна – 9,1 °С, кількість опадів – 44 мм). Середньодобова температура травня становила 16,1 °С, сума опадів – 62,7 мм. Період колосіння та наливу зерна супроводжувався достатньою кількістю опадів.

У червні та липні 2022 року температура повітря складала 22,1 °С та 21,8 °С відповідно. Кількість опадів становила 43,4 мм та 92,2 мм відповідно (за даними метеопосту Устимівської дослідної станції рослинництва). Підвищена температура та достатня кількість опадів дозволили рослинам пшениці м'якої озимої реалізувати генетичний потенціал урожайності.

Метеорологічні умови вегетаційних періодів 2020–2022 років в умовах Південного Лісостепу України дали змогу диференціювати зразки пшениці м'якої озимої за адаптивністю, визначити селекційні цінності.

### Результати та їх обговорення

Для включення до селекційних програм кращого вихідного матеріалу щодо створення нових високоадаптивних і перспективних сортів пшениці м'якої озимої проведено всебічне вивчення різноманітних за еколого-географічним походженням зразків. Досліджені зразки пшениці м'якої озимої під час формування елементів продуктивності в роки досліджень виявили значну різноманітність (див. табл. 2).

Таблиця 2

Морфологічна та господарська характеристика кращих зразків пшениці м'якої озимої за колосом, 2020–2022 рр.

Сорт	Країна походження	Довжина колоса, см			Кількість, шт.						Щільність колоса, шт./10 см		
					колосків у колосі			зерен у колосі					
		2021	2022	середнє	2021	2022	середнє	2021	2022	середнє	2021	2022	середнє
Подільянка, ст.	UKR	7,9	7,7	7,8	18	18	18	31	31	31	22	22	22
Асканійська	UKR	8,7	7,2	8,0	22	19	21	39	31	35	24	25	25
Водограй білоцерківський	UKR	8,2	8,0	8,1	17	17	17	32	33	33	20	20	20
Донецька 48	UKR	8,0	8,1	8,1	20	19	20	31	32	32	24	22	23
Зорепад білоцерківський	UKR	7,8	8,4	8,1	18	21	20	42	44	43	22	24	23
Кесарія поліська	UKR	7,8	9,3	8,6	18	20	19	35	30	33	22	20	21
Метелиця харківська	UKR	9,2	8,2	8,7	23	20	22	46	40	43	24	23	24
Нота одеська	UKR	7,4	7,0	7,2	20	20	20	30	30	30	26	27	27
МІП Валенсія	UKR	7,2	8,2	7,7	17	19	18	37	45	41	22	22	22
Оптима одеська	UKR	8,8	7,8	8,3	22	20	21	41	36	39	24	24	24
Мотрей 2	UKR	7,7	7,5	7,6	21	20	21	46	42	44	26	25	26
Октава одеська	UKR	7,6	8,4	8,0	19	22	21	35	39	37	24	25	25
Мавка	UKR	8,3	7,6	8,0	21	19	20	33	32	33	24	24	24
Галея	UKR	7,8	7,7	7,8	20	20	20	35	30	33	25	25	25
Січ	UKR	7,6	8,8	8,2	21	22	22	34	36	35	26	24	25
Олексіївка	UKR	7,7	8,3	8,0	20	21	21	31	36	34	25	25	25
Господарка	UKR	8,0	8,2	8,1	20	20	20	42	38	40	24	23	24
Аксіома одеська	UKR	8,5	7,7	8,1	18	20	19	39	43	41	20	25	22
Краплина	UKR	8,1	7,8	8,0	20	20	20	26	32	29	24	24	24
Лаваль	UKR	8,2	7,2	7,7	22	18	20	35	32	34	26	25	26
Співанка поліська	UKR	8,2	8,5	8,4	20	21	21	35	44	40	23	24	24
Райгородка	UKR	8,7	8,3	8,5	19	18	19	39	32	36	21	21	21
Попелюшка	UKR	8,4	7,7	8,1	22	18	20	42	34	38	25	22	24
Досконалість	UKR	7,7	7,5	7,6	21	19	20	36	33	35	26	24	25
Білосніжка	UKR	7,6	7,7	7,7	18	19	19	32	38	35	22	23	23
Пам'яті Гірка	UKR	8,3	7,3	7,8	21	18	20	38	34	36	24	23	24
Valitus	AUT	7,8	8,3	8,1	20	21	21	35	39	37	24	24	24
Angelus	AUT	7,5	8,1	7,8	19	20	20	42	46	44	24	24	24
Arktis	DEU	8,5	8,2	8,4	19	20	20	36	40	38	21	23	22
KWS Ronin	DEU	9,3	8,5	8,9	20	19	20	35	39	37	20	21	21
Matrix	DEU	7,8	6,7	7,3	22	21	22	46	50	48	27	30	28
Figura	POL	7,7	7,5	7,6	16	17	17	28	26	27	20	21	21
Toras	SWE	8,6	8,2	8,4	19	21	20	36	42	39	21	24	23
Пона	SVK	7,0	7,2	7,1	19	19	18	53	42	48	26	22	24
Адель	RUS	8,8	8,6	8,7	21	19	20	33	30	32	23	21	22
Чент	RUS	8,8	7,2	8,0	19	20	20	35	29	32	21	26	23
Дуплет	RUS	8,1	7,9	8,0	18	20	19	36	48	42	21	24	23
Августина	BLR	7,7	7,9	7,8	18	20	19	30	32	31	22	24	23
X*		7,7	7,6	7,6	19	19	19	35	35	35	24	24	24
min**		6,4	6,2	6,6	16	16	17	24	21	26	20	20	20
max***		9,3	9,3	8,9	23	22	22	53	50	48	27	30	28
R (max- min)****		2,9	3,1	2,3	7	6	5	29	29	22	7,7	10	8,5
V*****		8,4	8,3	7,3	8,4	7,0	6,0	16	17	14	7,9	8	6,7

Примітки: \*X, \*\*min, \*\*\*max – середнє, мінімальне та максимальне значення відповідно; \*\*\*\*R (max-min) – розмах варіювання; \*\*\*\*\*V – коефіцієнт варіації для 68 зразків.

У середньому за два роки у всіх сортах відмічено короткий (6,6–7,5 см) та середній колос (7,6–8,9 см). Довжина колоса у вивченні коливалася в межах від 6,6 Lorena (HRV) до 8,9 см KWS Ronin (DEU), за середнього значення 7,6 см, за величини варіювання 7,3 %. За даним показником істотне перевищення від сорту-стандарт Подільянка відмічено у сортів: KWS Ronin (DEU) – на 1,1 см, Метелиця харківська (UKR), Адель (RUS) – на 0,9 см, Кесарія поліська – на 0,8 см, Райгородка – на 0,7 см, Співанка поліська (UKR), Arktis (DEU), Toras (SWE) – на 0,6 см, Оптима одеська – на 0,5 см, Січ – на 0,4 см, Водограй білоцерківський, Донецька 48, Зорепад білоцерківський, Господарка, Аксіома одеська, Попелюшка (UKR), Valitus (AUT) – на 0,3 см. Кількість колосків у колосі стандарту Подільянка становила 18 шт., на рівні більше середнього дана ознака проявилась у зразків Метелиця харківська, Січ (UKR) та Matrix

(DEU) – 22 шт., Асканійська, Оптима одеська, Мотрей 2, Октава одеська, Олексіївка, Співанка поліська (UKR) та Valitus (AUT) – 21 шт.

Кількість зерен у колосі значно залежала від природних умов, які склалися у вегетаційні періоди. У середньому за роки вивчення кількість зерен у колосі варіювала від 26 у сорту Табор (RUS) до 48 зерен у сорту Пона (SVK), середнє у групі – 34,6 шт., за величини варіювання 13,9 %. У стандарту дана ознака становила 36 зерен. В середньому за роки дослідження найбільшу кількість зерен у колосі (понад 43 шт./рослини) спостерігали у сортів: Пона (SVK) та Matrix (DEU) – 48 шт., Angelus (AUT) та Мотрей 2 (UKR) – 44 шт., Зорепад білоцерківський та Метелиця харківська (UKR) – 43 шт. Дещо менша кількість колосків у колосі у сортів Дуплет (RUS) – 42 шт., МІП Валенсія та Аксіома одеська – 41 шт., Співанка поліська (UKR) – 40 шт., Оптима одеська (UKR) та

Toras (SWE) – 39 шт. Щільність колоса у стандарту Подолянка становила 22 шт./10 см. Щільний колос виділено у сорту Matrix (DEU) – 28 шт./10 см та Нота одеська (UKR) – 27 шт./10 см. Щільність колоса на рівні вище середнього мали зразки Мотрей 2 і Лаваль (UKR) – 26 шт./10 см, Досконалість, Октава одеська, Галяя, Січ, Олексіївка, Асканійська (UKR) – 25 шт./10 см.

У всіх сортах відмічена мала (1,1–1,4 г) та середня маса зерна з колоса (1,5–2,1 г), що в середньому за роки вивчення становила 1,5 г (див. табл. 3). Істотне перевищення маса зерна з колосу від стандартного сорту відмічено у сортах Аксиома одеська, Грація білоцерківська – 2,1 г, Зорепад білоцерківський, МПП Валенсія, Господарка, Диво донецьке (UKR) – 2,0 г. Дослідження продуктивних сортів за масою зерна з рослини вказує на незначне різноманіття серед групи вивчення за цим показником (середнє значення за

роками  $V = 20,0\text{--}21,2\%$ ). Продуктивність рослин пшениці м'якої озимої коливалася в межах від 2,2 у сорту Табор (RUS) до 8,3 г у сорту Пона (SVK), за середнього значення – 5,1 г. Більш продуктивним виявився 2022 рік – середнє значення становило 5,8 г, що на 25,9 % більше порівняно з показником 2021 року (4,3 г). Найбільшою продуктивністю (понад 5,8 г) в середньому за роки вивчення виділилися такі сорти: Matrix (DEU) – 5,8 г, Грація білоцерківська, Метелиця харківська, Райгородка та Лаваль – 6,0 г, Перлина полісся та Водограй білоцерківський – 6,1 г, Білосніжка та Соната полтавська – 6,3 г, Манера одеська – 6,4 г, Кругозір – 6,6 г, Діжон та Зорепад білоцерківський – 6,7 г, Родзинка одеська – 6,8 г (UKR), Valitus (AUT) – 6,9 г, Аксиома одеська – 7,2 г, Співанка полісся та Асканійська – 7,5 г, Пона (SVK) – 8,3 г.

**Таблиця 3**

Рівень урожайності, продуктивності та крупності зерна кращих зразків пшениці м'якої озимої, 2020–2022 рр.

Назва	Країна походження	Маса 1000 зерен, г			Маса, г						Урожайність, г/м <sup>2</sup>			Коефіцієнт регресії, bi
		2021	2022	середня	зерна з колоса			зерна з рослини			2021	2022	середня	
					2021	2022	середня	2021	2022	середня				
Подолянка, ст.	UKR	42,4	42,2	42,3	1,4	1,5	1,5	4,3	6,6	5,5	952	775	864	1,7
Перлина полісся	UKR	40,5	41,3	40,9	1,5	1,5	1,5	4,9	7,3	6,1	1048	1012	1030	0,4
Лаваль	UKR	39,8	38,1	39,0	1,3	1,4	1,4	5,2	4,0	6,0	1008	960	984	0,5
Аксиома одеська	UKR	36,3	37,4	36,9	1,9	2,2	2,1	5,9	8,4	7,2	988	880	934	1,1
Полісянка	UKR	41,6	42,7	42,2	1,7	1,8	1,8	4,3	5,3	4,8	986	676	831	3,0
Зорепад білоцер.	UKR	39,9	42,6	41,3	2,1	1,9	2,0	6,1	7,3	6,7	993	916	955	0,8
Метелиця харківська	UKR	36,2	38,2	37,2	1,6	1,6	1,6	4,9	7,0	6,0	980	760	870	2,1
Перспектива одеська	UKR	43,6	41,8	42,7	1,2	1,3	1,3	4,2	4,9	4,6	970	904	937	0,7
МПП Валенсія	UKR	38,4	40,4	39,4	1,9	2,0	2,0	4,6	6,0	5,3	962	824	893	1,3
Грація білоцер.	UKR	43,0	44,6	43,8	2,1	2,0	2,1	5,9	6,0	6,0	960	912	934	0,3
Діжон	UKR	38,3	38,1	38,2	1,3	1,3	1,3	4,6	8,8	6,7	959	812	886	1,4
Райгородка	UKR	42,7	41,5	42,1	1,7	1,5	1,6	5,0	7,0	6,0	945	812	878	1,3
Білосніжка	UKR	37,5	39,8	38,6	1,5	1,6	1,6	5,1	7,5	6,3	923	772	847	1,5
Кесарія поліська	UKR	44,4	42,5	43,4	1,5	1,6	1,6	4,2	6,3	5,3	917	840	878	0,8
Оптіма одеська	UKR	41,8	43,0	42,4	1,7	1,5	1,6	4,8	6,3	5,5	824	1000	912	-1,6
Кассіопея	UKR	40,2	41,1	40,7	1,5	1,4	1,5	3,1	3,1	3,1	1091	913	1002	1,7
Господарка	UKR	39,4	41,1	40,3	2,0	1,9	2,0	4,5	4,7	4,6	1225	932	1078	2,8
Диво донецьке	UKR	43,8	44,2	44,0	2,0	1,9	2,0	5,7	4,6	5,1	830	836	833	0,0
Манера одеська	UKR	40,6	40,4	40,5	1,9	1,8	1,9	5,0	7,8	6,4	893	804	848	0,9
Соната полтавська	UKR	40,4	42,5	41,4	1,5	1,8	1,7	4,8	7,8	6,3	694	812	753	-1,1
Покровська	UKR	39,0	41,8	40,4	1,5	1,8	1,7	3,9	7,3	5,6	835	920	877	-0,8
Родзинка одеська	UKR	38,0	37,4	37,7	1,2	1,2	1,2	5,9	7,6	6,8	945	844	895	0,6
KWS Ronin	DEU	39,2	41,9	40,6	1,4	1,5	1,5	5,1	6,0	5,5	992	900	946	0,9
Angelus	DEU	38,5	40,4	39,5	1,7	1,9	1,8	5,4	5,5	5,5	902	816	859	0,9
Пона	SVK	35,5	38,8	37,2	2,0	1,6	1,8	6,4	10,2	8,3	1060	840	950	2,1
Manella	NLD	35,5	35,4	35,5	1,4	1,5	1,5	3,2	3,8	3,5	949	801	875	1,4
Адель	RUS	34,5	39,0	36,7	1,5	1,6	1,6	3,8	4,8	4,3	1034	862	948	1,7
X*		37,5	38,7	38,1	1,5	1,5	1,5	4,3	5,8	5,1	899	823	861,9	
min**		24,5	30,6	31,0	0,8	0,8	0,9	2,1	2,2	2,2	684	544	698,0	
max***		44,4	44,6	44,0	2,1	2,2	2,1	6,8	10,2	8,3	1225	1012	1078	
R (max- min)***		19,9	14,0	13,0	1,3	1,4	1,2	4,7	8,0	6,1	541	468	381	
V****		10,9	7,6	8,4	20,0	21,2	19,1	24,7	33,5	25,2	12,2	11,1	8,8	

Примітки: \*X, \*\*min, \*\*\*max – середнє, мінімальнє та максимальнє значення відповідно; \*\*\*\*R (max-min) – розмах варіювання; \*\*\*\*\*V – коефіцієнт варіації для 68 зразків.



Одна із більш варіабельних сортових ознак є маса 1000 насінин, яка залежить від умов вирощування рослин. Розмах варіювання за середнім показником маси 1000 зерен склав 38,1 г від 31,0 у сорту Ігрита до 44,0 г у сорту Диво донецьке (UKR), (2021 рік – від 24,5 до 44,4 г, 2022 рік – від 30,6 до 44,6 г). Перевищення маси 1000 насінин від стандарту Подолянка (42,3 г) відмічено у сортах Грація білоцерківська – 43,8 г, Кесарія поліська – 43,4 г, Диво донецьке (UKR) – 44,0 г, Оптима одеська – 42,4 г. Маса 1000 зерен на рівні стандарту (42,3 г) відмічена у сортів Полісянка – 42,2 г, Райгородка – 42,1 г (UKR).

Урожайність сорту є одним із головних результатів всього селекційного процесу. Цей показник великою мірою характеризує адаптивні властивості сорту. Одним зі зручних показників, що характеризують адаптивні властивості сорту є показник екологічної пластичності, в основі якого лежить значення регресії. Урожайність сортів пшениці м'якої озимої варіювала від низької (80,8 % до стандарту) до рівня стандарту (124,8 до стандарту). Найбільш урожайним виявився 2021 рік – середнє значення становило 899 г/м<sup>2</sup> де виділилися такі сорти пшениці м'якої озимої, як: Перлина поліська (1048 г/м<sup>2</sup>), Лаваль (1008 г/м<sup>2</sup>), Кассіопея (1091 г/м<sup>2</sup>), Господарка (1225 г/м<sup>2</sup>) (UKR), KWS Ronin (999 г/м<sup>2</sup>) (DEU), Пона (1060 г/м<sup>2</sup>) (SVK), Адель (1034 г/м<sup>2</sup>) (RUS). Тоді як впродовж всього періоду дослідження (2021–2022 рр.) найбільшу продуктивність і врожайність показали такі сорти з України: Перлина поліська – 1030 г/м<sup>2</sup>, Кассіопея – 1002 г/м<sup>2</sup>, Господарка – 1078 г/м<sup>2</sup>, Лаваль – 984 г/м<sup>2</sup>, Зорепад білоцерківський – 955 г/м<sup>2</sup>, Кубок – 942 г/м<sup>2</sup>, Аксиома одеська – 934 г/м<sup>2</sup>; з Німеччини: KWS Ronin – 946 г/м<sup>2</sup>, Angelus – 859 г/м<sup>2</sup>; з Словаччини: Пона – 950 г/м<sup>2</sup>. Сильна реакція прояву урожайності на умови вирощування в зоні Південного Лісостепу України (показник екологічної пластичності бі) відмічена в сортах Полісянка, Метелиця харківська, Господарка (UKR), Пона (SVK).

Перевагу за врожайністю сорти мали за рахунок поєднання високого рівня прояву таких ознак як: продуктивна кущистість (3,0–3,6 шт.), маса зерна з колоса (2,0–2,2 г), маса зерна з рослини (5,8–7,2 г), кількість зерен у колосі (40,0–44,8 г) та маса 1000 зерен (40,0–40,4 г).

## Висновки

За результатами досліджень у 2021 році у лабораторних і польових умовах Устимівської дослідної станції рослинництва Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України найбільш урожайними виявилися такі сорти пшениці м'якої озимої, як: Перлина поліська (1048 г/м<sup>2</sup>), Лваль (1008 г/м<sup>2</sup>), Кассіопея (1091 г/м<sup>2</sup>), Господарка (1225 г/м<sup>2</sup>) (UKR), KWS Ronin (999 г/м<sup>2</sup>) (DEU), Пона (1060 г/м<sup>2</sup>) (SVK), Адель (1034 г/м<sup>2</sup>) (RUS). Тоді як впродовж всього періоду дослідження (2021–2022 рр.) найбільшу продуктивність і врожайність показали такі сорти з України: Перлина поліська – 1030 г/м<sup>2</sup>, Кассіопея – 1002 г/м<sup>2</sup>, Господарка – 1078 г/м<sup>2</sup>, Лаваль – 984 г/м<sup>2</sup>, Зорепад білоцерківський – 955 г/м<sup>2</sup>,

Кубок – 942 г/м<sup>2</sup>, Аксиома одеська – 934 г/м<sup>2</sup>, Перспектива одеська – 937 г/м<sup>2</sup>, Грація білоцерківська – 934 г/м<sup>2</sup>; з Німеччини: KWS Ronin – 946 г/м<sup>2</sup>, Angelus – 859 г/м<sup>2</sup>; з Словаччини: Пона – 950 г/м<sup>2</sup>. За роки вивчення виявлено, що більшу продуктивність сорти пшениці м'якої озимої формували в 2022 році – 5,8 г (проти 4,3 г у 2021 році). В середньому за роки дослідження у групі найбільш продуктивними (понад 5,8 г) виявилися такі сорти пшениці м'якої озимої: Matrix (DEU) – 5,8 г, Balitus (AUT) – 6,9 г, Пона (SVK) – 8,3 г, Грація білоцерківська, Метелиця харківська, Райгородка та Лаваль – 6,0 г, Перлина поліська та Водограй білоцерківський – 6,1 г, Білосніжка та Соната полтавська – 6,3 г, Манера одеська – 6,4 г, Кругозір – 6,6 г, Діжон та Зорепад білоцерківський – 6,7 г, Родзинка одеська – 6,8 г, Аксиома одеська – 7,2 г, Співанка поліська та Асканійська – 7,5 г (UKR). Найбільший рівень показника озерненості колоса зафіксовано у сортів Пона (SVK) та Matrix (DEU) – 48 шт., Angelus (AUT) та Мотрей 2 (UKR) – 44 шт., Зорепад білоцерківський та Метелиця харківська (UKR) – 43 шт.

За поєднанням високого рівня прояву таких ознак, як: довжина колоса, кількість зерен у колосі, маса зерна з колоса та з рослини, маса 1000 зерен можна виділити такі сорти: Angelus (AUT), Пона (SVK), Аксиома одеська, Білосніжка, Зорепад білоцерківський, Кесарія поліська, Метелиця харківська, МПП Валенсія, Оптима одеська, Райгородка, Лаваль, Господарка (UKR), Адель (RUS), KWS Ronin (DEU).

Висока екологічна пластичність урожайності в умовах Південного Лісостепу України відмічена у сортах Полісянка, Метелиця харківська, Господарка (UKR), Пона (SVK).

*Перспективи подальших досліджень* полягають у визначенні високоврожайних сортів пшениці м'якої озимої, стійких до хвороб, стабільних і пластичних.

## Конфлікт інтересів

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

## References

1. Diordiieva, I. P., Riabovol, Ia. S., & Riabovol, L. O. (2019). Origin and agrobiological characteristic of soft winter wheat variety Artaplot. *The Scientific Journal Grain Crops*, 3 (1), 7–12. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0053>
2. Vashchenko, V. V., & Nazarenko, M. M. (2014). Analiz produktyvnosti pshenytsi miakoi ozymoi v umovakh pivnichnoho stepu Ukrainy. *Sortovyvchennia ta Okhorony Prav na Sorty Roslyn*, 4, 68–72. [in Ukrainian]
3. Chernobai, Yu. O., Riabchun, V. K., Yarosh, A. V., & Morgunov, A. I. (2019). Winter bread wheat productivity elements and yield capacity in relation to its origin. *Genetični Resursi Roslin (Plant Genetic Resources)*, 24, 47–57. <https://doi.org/10.36814/pgr.2019.24.03>
4. Kochmarskyi, V. S., Kolomiets, L. A., Kyrylenko, V. V., Kavunets, V. P., & Marynka, S. M. (2010). Seleksiia pshenytsi miakoi ozymoi (*Triticum aestivum* L.) z vykorystanniam henofondu yarykh sortiv v umovakh Lisostepu Ukrainy. *Sortovyvchennia ta Okhorona Prav na Sorty Roslyn*, 1 (11), 65–72. [in Ukrainian]
5. Yarosh, A., & Riabchun, V. (2021). Adaptability of winter bread wheat by homeostaticity and breeding value. *Genetični Resursi Roslin (Plant Genetic Resources)*, 28, 36–47. <https://doi.org/10.36814/pgr.2021.28.03>

6. Chuhrii, H. A., Vyskub, R. S., & Viniukov, O. O. (2021). Biometrychni pokaznyky roslin psheynysi ozymoi riznykh selektsiinykh tseŋtriv v umovakh skhidnoi chastyny pivnichnoho stepu. *Ah-rarni Innovatsii*, 6, 50–56. <https://doi.org/10.32848/agarar-in-nov.2021.6.9> [in Ukrainian]
7. Zviahin, A. F. (2013). Rezultaty selektsii na pidvyshchennia adaptyv-nosti universalnykh sortiv psheynysi miakoi ozymoi v umovakh skhidnoi chastyny lisostepu Ukrainy. *Visnyk Sumskoho natsion-alnoho ahrarnoho Universytetu. Seriia Ahronomiia i Biolohiia*, 3 (25), 213–215. [in Ukrainian]
8. Kryzhanivskyi, V. H. (2020). Adaptive capacity of winter wheat va-rieties and formation of qualitative properties of grain of various ecological and geographical origin. *Feeds and Feed Production*, 90, 98–105. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202090-08>
9. Kochmarskyi, V. S., Zamlila, N. P., Volohdina, H. B., Humeniuk, O. V., & Voloshchuk, S. I. (2016). Riven adaptyvnosti perspek-tyvnykh liniy psheynysi miakoi ozymoi v umovakh lisostepu Ukrainy. *Myronivskyi Visnyk*, 2, 98–116. [in Ukrainian]
10. Yarosh, A. V., Riabchun, V. K., & Riabchun, N. I. (2022). Adapta-bility of winter bread wheat by environmental plasticity and sta-bility. *Plant Breeding and Seed Production*, 121, 75–83. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2022.260998>
11. Bilousova, Z. (2018). Evaluation of adaptive potential of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in the conditions of South-ern Steppe of Ukraine. *Naukovi Dopovidi Nacional'nogo Univer-sitetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannâ Ukraïni*, 2018 (3). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2018.03.013>
12. Yarosh, A. V., Riabchun, V. K., Chetveryk, O. O., & Chernobai, Yu. O. (2019). Stability and plasticity of grain weight per spike, 1000-kernel weight and yield of mid-high and semi-dwarf ge-notypes of winter bread wheat. *Genetični Resursi Roslin (Plant Ge-netic Resources)*, 25, 81–93. <https://doi.org/10.36814/pgr.2019.25.06>
13. Zhemela, H. P., & Bahan, A. V. (2007). Urozhainist ta elementy produktyvnosti selektsiinoho materialu psheynysi ozymoi (*Triti-cum aestivum* L.) ta zviazok mizh nymy. *Sortovyvchennia ta Okhorona Prav na Sorty Roslyn*, 6, 59–66. [in Ukrainian]
14. Ulych, A. L., Karazhbei, H. N., & Tereshchenko, Yu. F. (2017). Hospodarsko-tsinni vlastyvoli novykh sortiv psheynysi miakoi ozymoi riznoho ekolo-ho-heohrafichnoho pokhodzhennia v umovakh Kirovohradskoi sortostantsii. *Visnyk Umanskoho Natsional-noho Universytetu Sadivnytstva*, 1, 69–74. [in Ukrainian]
15. Kozachenko, M. R., & Chetveryk, O. O. (2014). Morfobiolo-hichni osoblyvosti kilkisnykh oznak sortiv psheynysi miakoi ozymoi riznoho ekolo-ho-heohrafichnoho pokhodzhennia v umovakh skhidnoi chastyny lisostepu Ukrainy. *Biuletyn Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 7, 94–96. [in Ukrainian]
16. Orliuk, A. P., Usyk, L. O., & Kolesnykova, N. D. (2011). Henoty-povi koreliatsii mizh urozhainistiu ta komponentnymy oznakamy psheynysi miakoi ozymoi. *Zroshuvane Zemlerobstvo*, 55, 236–245. [in Ukrainian]
17. Dospheov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta*. Moskva: Kolos [in Russian]
18. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslin hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraïni*. Vinnytsia: FOP Kor-zun D. Yu [in Ukrainian]
19. Gradchaninova, O. D., Rudenko, M. I., & Filatenko, A. A. (1985). *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kollektsii psheynicy*. V. F. Dorofeeva (Ed.). Leningrad: VIR [in Russian]
20. Merezhko, A. F. (Ed.). (1999). *Enrichment, storage in live condition and investigation of the world collections of wheat, triticale and Aegilops*. Methodical instructions. St. Petersburg: VIR [in Russian]
21. Filatenko, A. A., & Shitova, I. P. (1989). *Shirokiy unifitsirovannyi klassifikator SEV roda Triticum L.* V. A. Korneychuk (Ed.). Leningrad: VIR [in Russian]
22. Eberhart, S. A., & Russell, W. A. (1966). Stability Parameters for Comparing Varieties I. *Crop Science*, 6 (1), 36–40. <https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183x000600010011x>

#### ORCID

- S. Kholod  <https://orcid.org/0000-0002-2443-0879>  
V. Kirian  <https://orcid.org/0000-0001-8730-8507>  
V. Liashenko  <https://orcid.org/0000-0003-0177-6209>



2023 Kholod 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.

## The influence of the variety on the manifestation of economic – valuable characters of buckwheat

S. Shakalii  | S. Yurchenko | A. Bahan | L. Marinich

### Article info

Correspondence Author

S. Shakalii

E-mail:

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

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody str.,

Poltava, 36003,

Ukraine

**Citation:** Shakalii, S., Yurchenko, S., Bahan, A., & Marinich, L. (2023). The influence of the variety on the manifestation of economic – valuable characters of buckwheat. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 51–55. doi: 10.31210/spi2023.26.02.09

Today, buckwheat is one of the niche agricultural crops due to its dependence on weather and climate conditions of the environment, which reduce its high productivity potential (yield and product quality). At the same time, the level of consumption of buckwheat in Ukraine exceeds the amount of cultivation, which causes its export of questionable quality from neighboring countries. This leads to the need to strengthen state support for domestic producers, to create and introduce into production varieties with high productivity potential in conditions of changes in natural and climatic factors. Buckwheat is an extremely valuable food product for humans. The value of buckwheat grain is determined by the composition of its protein complex. In terms of nutrition, it is more valuable than the protein of cereal grains and comes close to the protein of legumes, it is easily absorbed. There are also salts of iron, calcium, phosphorus, trace elements, organic acids, vitamins. Due to the weather problems that have recently affected both our region and Ukraine as a whole, the role of buckwheat as an insurance crop is increasing. It is about harvest crops. This is another extremely valuable biological property for the manufacturer. The so-called repeated (harvest) sowing of buckwheat can be practiced in all zones of Ukraine. As you know, buckwheat plants have enormous potential for seed productivity. After all, depending on the variety and growing conditions, some of them can form from 4,000 to 7,000 flowers. Unfortunately, in field conditions, only 5–15 % of flowers are pollinated and form fruits, and the set fruits die en masse. The reasons for this are the effect of environmental factors (air temperature, humidity and supply of power elements, etc.). Depending on their ecotype and economic orientation, each of them is recommended for a specific natural and climatic zone of the country. Recently, domestic breeders have bred high-yielding varieties of buckwheat, which stand out favorably from their predecessors in terms of a number of economic and valuable properties, and at the same time have developed varietal technologies for their cultivation. When analyzing the results of the conducted research, we can recommend the farm to grow the following varieties: in terms of yield, the Oranta, Ruslan and Volya varieties are the best; according to the highest indicators of protein content, varieties Oranta, Sofia, Ruslana; in terms of firmness and yield of pure kernel, all varieties were at the level of average data.

**Keywords:** buckwheat, variety, crop structure, productivity, firmness, pure kernel yield

## Вплив сорту на прояв господарсько-цінних ознак гречки

С. М. Шакалій | С. О. Юрченко | А. В. Баган | Л. Г. Марініч

Полтавський державний

аграрний університет,

Полтава,

Україна

На сьогодні гречка входить до нішових сільськогосподарських культур через залежність від погоднокліматичних умов навколишнього середовища, що нівелюють її високопродуктивний потенціал (урожайність та якість продукції). Водночас в Україні рівень споживання гречки перевищує обсяги вирощування, що обумовлює її експорт сумнівної якості із сусідніх держав. Це призводить до необхідності посилити державну підтримку вітчизняних товаровиробників, створити та впровадити у виробництво сорти з високим потенціалом продуктивності в умовах зміни природно-кліматичних факторів. Гречка є надзвичайно цінним продуктом харчування для людини. Цінність гречаного зерна зумовлюється складом його білкового комплексу. За поживністю він більш цінний ніж білок зернових злакових і наближається до білка бобових, легко засвоюється. Є також солі заліза, кальцію, фосфору, мікроелементи, органічні кислоти, вітаміни. За погодних негараздів, які спонукають останнім часом як нашу область, так і Україну в цілому, зростає роль гречки як страхової культури. Йдеться про поживні посіви. Це ще одна надзвичайно цінна для виробника її біологічна властивість. Так звані повторні (поживні) посіви гречки можна практикувати в усіх зонах України. Як відомо, у рослинах гречки закладено величезні потенційні можливості щодо насінневої продуктивності. Адаже на окремих з них залежно від сорту та умов вирощування може утворюватися від 4000 до 7000 квіток. На жаль, у польових умовах запилюються і формують плоди лише 5–15 % квіток, а плоди, що зав'язалися, масово відмирають. Причини цього – в дії екологічних факторів (температурний режим повітря, вологозабезпеченість та забезпеченість елементами живлення тощо). Залежно від їх екотипу та господарської спрямованості кожен із них рекомендований для конкретної природно-кліматичної зони країни. Останнім часом вітчизняні селекціонери вивели високопродуктивні сорти гречки, що вигідно вирізняються з-поміж своїх попередників за рядом господарсько-цінних властивостей, а водночас – розробили сортові технології їх вирощування. Під час розбору результатів проведених досліджень ми можемо рекомендувати господарству вирощувати наступні сорти: за врожайністю кращими є сорт Оранта, Руслана та Воля; за вищими показниками вмісту білка сорти Оранта, Софія, Руслана; за плівчатістю та виходом чистого ядра всі сорти були на рівні середніх даних.

**Ключові слова:** гречка, сорт, структура врожаю, урожайність, плівчатість, вихід чистого ядра.

**Бібліографічний опис для цитування:** Шакалій С. М., Юрченко С. О., Баган А. В., Марініч Л. Г. Вплив сорту на прояв господарсько-цінних ознак гречки. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 51–55.

## Introduction

Buckwheat is the most common cereal crop. Its sown areas annually exceed 2-3 times the sown areas of another cereal crop - millet. Buckwheat is used for the production of biologically valuable cereal, which is one of the most useful products for children's and dietary food. In addition, buckwheat is a valuable honey plant. Up to 100 kg of honey can be obtained from one hectare of crops [1].

In the food market, especially in the EU countries, the demand for buckwheat is constantly growing, and the volume of its production will undoubtedly increase. Along with the expansion of cultivated areas, it is very important for commodity producers to increase the production of export buckwheat grain due to the increase in yield, especially since the potential of its yield is far from being exhausted [2–4].

Buckwheat responds well to increasing the level of agricultural technology. Scientists have quite fully established the technological parameters of buckwheat processing methods and its reaction to environmental conditions. However, the productivity of buckwheat over the last ten years is at the same level, with large fluctuations over the years [5–8].

Buckwheat deficit can be filled not only by expanding the cultivated areas of the crop, but also by increasing its yield due to the intensification of production. Scientists have proven the high efficiency of using various plant growth stimulants and microfertilizers on grain, vegetable and other crops, but it has not been studied at all on buckwheat. Field crops have individual physiological and biochemical peculiarities of metabolism and, of course, the mechanism of the "activator-plant" relationship is different among them [9–10].

## The purpose of the study

The purpose of the research is to study the manifestation of economically valuable traits and indicators of the quality of buckwheat seeds under the influence of varietal characteristics, as well as the formation of yields depending on the variety.

### *Tasks of research:*

1. identify the impact of varietal characteristics of buckwheat on indicators of the crop structure of this crop;
2. determine the influence of the variety on the indicators of buckwheat seed quality and yield increase;
3. to compare the efficiency of growing different varieties of buckwheat according to the economic evaluation of the growing technology.

## Materials and methods

Research on buckwheat varieties was carried out during 2020 and 2022 in the limited liability company "Batkivska Niva" in the village of Popivka, Myrhorod district, Poltava region.

During 2020 and 2022, field research was established and determined on experimental plots of the farm, laboratory analyzes were carried out in the Grain Quality Laboratory of PDAU. The soil of the research area is sod-podzolic chernozem, weakly humus. The content of

humus in the arable layer is 2.4–2.8 %, mobile phosphorus (according to Chirykov) is 11.6 mg, potassium is 9.1 mg per 100 g of soil. The absorbing complex is saturated with magnesium and, to a lesser extent, calcium, such elements as exchangeable sodium and potassium are contained in small amounts. The reaction of the water suspension within the first meter is weakly alkaline. The full field moisture content of the soil, for a meter layer, is 204.6 mm, withering moisture – 70.2 mm, range of available moisture – 134.4 mm

The object of research: the influence of varietal characteristics of buckwheat on the yield and quality obtained in production conditions. Subject of research: buckwheat varieties Oranta, Sofia, Ruslana, Volya, Malva, Olga.

During the research, the predecessor of buckwheat was peas. Placement of plots is systematic, repetition of field experiments was four times [11]. The analysis of plant samples made it possible to determine the yield structure of buckwheat varieties, as well as to determine the yield and seed quality indicators of the varieties.

The harvest was recorded by weighing the threshed grain from the accounting area of the plot, and was taken into account after correction for clogging and bringing it to standard (14 %) humidity. The field experiments in the experiment were accompanied by the necessary observations, records and analyses, which were carried out according to the methods generally accepted in scientific institutions of Ukraine.

## Results and discussion

The size of the harvest is a general indicator of the reaction of plants to the influence of numerous biotic and abiotic factors of the environment and methods of crop cultivation technology [7, 12]. Crop yield is the product of the number of plants per unit area and the average productivity of one plant.

The relationship between these indicators is very dynamic and has a complex physiological and biochemical nature, since the productivity of plants is made up of several structural elements: the number of inflorescences and their grain size, the number and weight of 1000 fruits, etc. [13].

Therefore, in order to obtain high and stable buckwheat grain yields, it is important for agricultural production to have a set of techniques for increasing the density of crops and plant productivity, as well as to know the direction and degree of reaction of plants to various combinations of agrotechnical techniques and soil and climatic conditions [14].

One of the important indicators that we studied in the work that forms the structure of the buckwheat crop is the mass of grain from 1 plant. In table 1, we present the data from which it can be seen that the mass of grain from the plant was slightly greater in 2021. It is possible to single out the Sofia variety with an indicator of 2.92 g, Oranta and Malva varieties – 2.81 g. Ruslana variety had a slightly lower weight – 2.61 g and Volya variety – 2.75 g. The smallest weight of grain from 1 plant in 2021 year was in the Olga variety and amounted to 2.58 g. The mass of grain from the plant was slightly lower in 2020 and 2022. The Oranta variety had a mass of 2.74 and 2.36 g,

respectively. In comparison with other varieties, the Sofia variety had the largest mass during these years, which was 2.74 g (2020) and 2.28 g (2022).

Varieties Volya, Malva and Olga in 2020 had the lowest mass of grain per plant compared to varieties

Oranta and Sofia. Their indicator was from 2.39 g (malva variety) to 2.51 g (Olha variety). As we noted, the lowest indicators of the mass of grain from a plant were obtained by us in 2022. They ranged from 2.00 g to 2.36 g.

**Table 1**

Formation of the yield structure of buckwheat varieties over the years of research

Sort	Mass of grain from 1 plant			
	2020	2021	2022	average
Oranta	2,74	2,81	2,36	2,64
Sofia	2,88	2,92	2,28	2,69
Ruslana	2,74	2,61	2,11	2,49
Volia	2,41	2,75	2,25	2,47
Malva	2,39	2,81	2,00	2,41
Olga	2,51	2,58	2,09	2,39
Mass 1000 seeds, g				
Oranta	27,4	29,1	27,1	27,9
Sofia	28,8	27,4	27,5	27,9
Ruslana	29,0	28,8	28,0	28,6
Volia	27,7	28,4	28,1	28,1
Malva	28,4	29,0	27,7	28,4
Olga	28,0	28,7	26,9	27,9

According to the weight of 1000 grains, Oranta varieties can be distinguished with values from 29.1 to 27.1 g. Sofia – 27.4 – 28.8 g, Ruslana – 28.0 – 29.0 g. The weight of 1000 grains was somewhat lower in of the Volya variety – 27.7 – 28.4 g. As we can see from Table 1, the lowest indicator was in 2022 in the Olga varieties – 26.9 g and Oranta – 27.1 g. According to average indicators, we have the largest mass of 1000 grains in the Ruslan varieties – 28.6 g, Malva – 28.4 g and Volya – 28.1 g. According to the average data, the varieties Oranta, Olga and Sofia had a slightly lower mass index of 1000 grains and amounted to 27.9 g.

The actual crop yield is always less than the biological yield by the amount of grain loss during harvesting.

As we all know, productivity is an important indicator for the economy. Over the years of research, the buckwheat yield by variety was different (table 2).

**Table 2**

Influence of varietal properties on buckwheat yield

Sort	Productivity, t/ha			
	2020	2021	2022	average
Oranta	1,93	2,01	1,84	1,93
Sofia	1,91	1,89	1,79	1,86
Ruslana	1,86	2,10	1,67	1,88
Volia	1,90	1,94	1,82	1,88
Malva	1,74	2,10	1,75	1,86
Olga	1,69	1,91	1,72	1,77
HIP <sub>05</sub>	0,2	0,2	0,2	

The Oranta variety had the highest yield in 2021 and was – 2.01 t/ha. It was somewhat lower in 2020 – 1.93 t/ha and in 2022 – 1.84 t/ha. Compared to the Oranta variety, the Sofia variety had a higher yield in 2020 and a lower yield in 2021 and 2022. It was: 1.94 t/ha, 1.89 and 1.79 t/ha, respectively. In the Ruslan and Volya varieties, the yield was higher in 2021 (2.10 and 1.94 t/ha, respectively), and decreased in 2020 and 2022.

The Malva variety had the highest yield among the varieties in 2021, which was – 2.10 t/ha. In 2020 and 2022, the yield decreased and amounted to 1.74 and 1.75 t/ha. The Olga variety did not stand out in terms of yield among other varieties. Its yield ranged from 1.91 t/ha (2021) to 1.69 t/ha (2020). According to average data, the varieties with the highest yield can be noted: Oranta – 1.93 t/ha, Ruslana, Volya – 1.88 t/ha. Other varieties had slightly lower average indicators.

Buckwheat groats have an optimally balanced biochemical composition and are one of the best dietary products for children's food, they surpass other groats with high nutritional and energy value [15].

In the scientific literature, there are relatively few publications on the influence of chemicals and especially growth stimulants and microfertilizers on the quality of buckwheat grain [16]. Most often, the ambiguity of the influence of the conditions of soil nutrition of plants on the yield of buckwheat grain and its quality when using both growth stimulants and microfertilizers is noted [17].

The quality of buckwheat grain can first be judged by the appearance of the fruits. Three-sided buckwheat nuts should have a pronounced color and shine of the fruit shell with smooth edges and ribs for the variety [18].

For buckwheat varieties common in the zone, the typical color of the fruits is brown without vague spots and dots. Yellowed fruit shells with dark or light strokes can be a sign of poor grain quality.

In our research, visual assessment of buckwheat grain quality did not reveal any external differences between the variants [19].

For a more detailed analysis, the physical indicators of grain quality were used to determine the mass of 1,000 fruits, the filminess and grain yield from technological indicators, and the protein content from chemical indicators. One of the important indicators for buckwheat is filminess and yield of clean kernel [20]. These

indicators are interrelated. In our studies, there was not much difference between cultivars.

Over the years of research, the Oranta variety had a membrane density of 21.0 to 22.0 % and a clean kernel yield of 74.0 to 76.1 %. Sofia variety: film density – 21.0–21.8 %, kernel yield – 74.8–76.3 %. Ruslana variety: 21.8–23.1 % – filminess, and 72.8–74.8 % – pure kernel yield. The Volia variety did not stand out much in terms of these indicators either - film density from 21.0 to 21.8 % and kernel yield – 74.8–76.3 %.

Varieties Malva and Olga also had average indicators at the level of other varieties. One of the important indicators of grain quality is its protein content. In our researched buckwheat varieties, the protein content was the highest in Oranta, from 17.0 % to 15.9 %. Ruslan – 17.0–15.8 % (Table 3).

**Table 3**  
Influence of buckwheat varietal properties on grain quality

Sort	Protein content, %			
	2020	2021	2022	average
Oranta	16,1	17,0	15,9	16,3
Sofia	15,4	16,8	16,0	16,1
Ruslana	15,8	17,0	15,9	16,2
Volia	14,9	16,1	15,4	15,5
Malva	15,1	16,0	15,8	15,6
Olga	15,4	16,8	16,0	16,1
Hip <sub>05</sub>	0,3	0,2	0,3	

In the Sofia variety, the protein content over the years of research ranged from 15.4 % in 2020 to 16.8 % in 2021. The Volia variety compared to other varieties had a lower protein content, which was the lowest in 2020 – 14.9 %, 2021 – 16.1 %, and 15.4 % in 2022. The Malva variety had 15.1 to 16.0 % protein content in the grain. If we take data on the Olga variety, then the protein content was the highest in 2021 and amounted to 16.8 %, then 2022 with an indicator of 16.0 % and 15.4 % in 2020. According to the average data by year, we can note Oranta varieties with a protein content of 16.3 %, Ruslana – 16.2 %. For Sofia and Olga varieties – 16.1 %, and the lowest protein content was for Volia and Malva varieties (15.5 and 15.6 %, respectively).

## Conclusions

During the sowing company, there is a problem of choosing the best variety of buckwheat, which will allow you to get the highest grain yield and high quality. When analyzing the results of the conducted research, we can recommend the farm to grow the following varieties: in terms of yield, the Oranta, Ruslan and Volia varieties are the best; according to the highest indicators of protein content, varieties Oranta, Sofia, Ruslana; in terms of filminess and yield of pure kernel, all varieties were at the level of average data.

*Prospects for further research.* Taking into account the high efficiency of using buckwheat in the conducted research and taking into account the trend of worsening weather conditions, primarily - a decrease in the amount

of precipitation and an increase in temperature indicators, a promising direction of research is the study of the influence of varietal characteristics on the yield and quality of seeds. It is also promising to compare the effectiveness of different varieties, which have different institutions that grow them and are presented in a wide range on the market.

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

## References

- Pavlovskiy, S. V. (2022). Kharakterystyka hrechky, yak tsinnoho produktu kharchuvannia. Innovatsiini tekhnologii v roslinnytstvi – zaporuka staloho rozvytku silskoho hospodarstva: *Materialy vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii prysviachenoj 90-richchju z dnia narodzhennia Vitaliia Karpovycha Chuika*. Poltava, 70–71. [in Ukrainian]
- Tryhub, O. V., Bahan, A. V., Shakaliy, S. M., Barat, Yu. M., & Yurchenko, S. (2020). Ecological plasticity of buckwheat varieties (*Fagopyrum esculentum* Moench.) of different geographical origin according to productivity. *Agronomy Research*, 18 (4), 2627–2638. <https://doi.org/10.15159/AR.20.214>
- Aleksieieva, O. S. (2004). *Henetyka, selektsiia i nasynnytstvo hrechky: navchalnyi posibnyk*. Kyiv: Vyscha shkola [in Ukrainian]
- Bilozhko, V. Ya. (2010). *Ahrobiolohichni ta ekolohichni osnovy vyrobnytstva hrechky: monohrafiia Mykolaiv*: Vydavnytstvo Iryny Hudym [in Ukrainian]
- Vilchynska, L. A., & Gorash, A. S. (2019). Yielding and quality indicators of new buckwheat varieties Kamianchanka. *Faktori Eksperimental'noi Evolucii Organizmiv*, 24, 49–52. <https://doi.org/10.7124/feeo.v24.1077>
- Horash, O., & Klymyshena, R. (2018). Efektyvnist doboru v selektsii hrechky. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Ahronomiia*, 22 (1), 96–100. [in Ukrainian]
- Horodyska, O., & Sukhar, S. (2018). Otsinka perspektyvnykh selektsiinykh nomeriv hrechky u konkursnomu sortovyprobuvanni. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Ahronomiia*, 22 (1), 144–148. [in Ukrainian]
- Karazhbei, P. P., & Zaika, Ye. V. (2017). Uspadkuvannia oznaky "masa zerna z roslyny" u hrechky yistivnoi yak elementa indeksnoi selektsii. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoho Naukovoho Tsentru "Instytut Zemlerobstva NAAN"*, 2, 153–161. [in Ukrainian]
- Koruniak, O. (2017). Seleksiia hrechky na tekhnolohichni yakosti zerna. *Ahrarna Nauka ta Osvita Podillia*, 96–98. [in Ukrainian]
- Mashchenko, Yu. V., & Semeniaka, I. M. (2018). *Udoskonalena tekhnolohiia vyroshchuvannia hrechky v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy: monohrafiia*. Kyiv: "Ahrarna nauka" [in Ukrainian]
- Nazvano zaboroneni v Ukraini HM-sorty hrechky. (2020). *Super-agronom.Com*. Retrieved from: <https://super-agronom.com/news/10598-nazvano-zaboroneni-v-ukrayini-gm-sorti-grechki> [in Ukrainian]
- Orlenko, N. S., Hryniv, S. M., Likar, S. P., & Yushkevych, M. S. (2020). Identification of buckwheat varieties *Fagopyrum esculentum* Moench by morphological characters by applying the nearest neighbors' algorithm. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16 (2), 137–143. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.2.2020.209221>
- Tryhub, O., & Burduga, V. (2017). Preservation and use of local cultivars of buckwheat Ukraine national collection. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, 461–465. <https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.461-465>
- Trotsenko, V., & Klitsenko, A. (2018). Otsinka mizhsortovykh hibrydiv hrechky za oznakamy korotkodennosti. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Ahronomiia*, 22 (1), 152–162. [in Ukrainian]

15. Ulianchenko, M. S. (2018). The influence of the timing of planting on the productivity of buckwheat. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 166–171. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.02.28>
16. Kharchenko, Yu. V., & Tryhub, O. V. (2018). Riznomanittia vykhidnoho materialu hrechky ta napriamy yoho vykorystannia v selektsii. *Henetychni Resursy Roslyn*, 22, 31–43. [in Ukrainian]
17. Burdyha, V., & Dyiachuk, M. (2019). Zberihannia nasinnia hrechky. *Ahrobiznes sohodni*. Retrieved from: <https://agro-business.com.ua/agro/zberihannia/item/14322-zberihannia-nasinnia-hrechky.html> [in Ukrainian]
18. Kabanets, V., Bondarenko, M., & Bordun, R. (2020). Superechky shchodo hrechky. Chym siiatymemo hrechku 2020 roku? *Zerno*, 3, 94–96. [in Ukrainian]
19. Kohut, I. M. (2018). Vplyv normy vysivu na produktyvnist hrechky v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Ahrarnyi Visnyk Prychornomia*, 88, 73–76. [in Ukrainian]
20. Mashchenko, Yu., & Mashchenko, S. (2017). Formuvannia vrozhaivosti hrechky. Yakyi ahrozakhid krashche? *Zerno*, 2, 84–94. [in Ukrainian]

#### ORCID

- S. Shakalii  <https://orcid.org/0000-0002-4568-1386>
- S. Yurchenko  <https://orcid.org/0000-0002-5812-3877>
- A. Bahan  <https://orcid.org/0000-0001-8851-5081>
- L. Marinich  <https://orcid.org/0000-0002-0073-9433>



2023 Shakalii 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.

## Scientificly based optimization of agricultural techniques for growing soy

T. Shepilova  | D. Petrenko | S. Leshchenko | K. Vasylykovska | M. Kovalov

## Article info

Correspondence Author

T. Shepilova

E-mail:

[shepilova.tamara@gmail.com](mailto:shepilova.tamara@gmail.com)Central Ukrainian National  
Technical University,  
8, Prospekt Universytetskyi,  
Kropyvnytskyi, 25006,  
Ukraine,**Citation:** Shepilova, T., Petrenko, D., Leshchenko, S., Vasylykovska, K., & Kovalov, M. (2023). Scientificly based optimization of agricultural techniques for growing soy. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 56–59. doi: 10.31210/spi2023.26.02.10

In modern conditions, an important reserve for increasing soybeans productivity is the improvement of nutrition conditions with the help of fertilizers and growth stimulants, which provide potential productivity of soybean varieties of the intensive type. The purpose of the study is to identify the effect of fertilizers and preparations with growth-regulating substances and microelements on the growth and development of medium-ripening Fieria soybean plants in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. The task is to determine the influence of elements of growing technology on the height, mass of plants, area of leaves, number of nodules, and formation of elements of crop structure. The research was conducted during 2020–2022 in the conditions of Kirovohrad region. The soil is ordinary medium-humus heavy loamy chernozem. The field experiment was laid out using the block method. Factor A (mineral fertilizers): 1). Control (without fertilizers), 2).  $N_{30}P_{30}K_{30}$ . Factor B (preparations): 1). Control (without treatment), 2). Fulvigrin Bor 1.5 l/ha, 3). Potassium humate 1.0 l/ha, 4). Micro-Mineralis 1.5 l/ha. Crops were treated with preparations in the budding phase. Mineral fertilizers were applied by spreading method under pre-sowing cultivation. As a result of the research, it was established that the use of mineral fertilizers and preparations contributed to the increase in the height and mass of soybean plants, while the use of Micro-Mineralis was more effective, while applying  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , the increase compared to the absolute control was 9.6 cm (11.3%) and 8.2 g (21.9%), respectively. The most significant increase in the area of the leaf surface of one plant was formed using of Micro-Mineralis in combination with the application of mineral fertilizers. The increase in the indicator was 167 cm<sup>2</sup>, which is 18.2%. A complex application of fertilizers had a positive effect on the formation of nodules. Thus, their number increased by 6.1–9.4 pcs./plant, which is 21.4–33.0%. The highest efficiency was provided by Micro-Mineralis, the lowest by Fulvigrin Bor. The use of fertilizers contributed to an increase in seed mass by 0.15 g/plant, and with a complex application of preparations by 0.22–0.42 g/plant, or 5.2–9.9%. The weight of 1.000 seeds changed little under the influence of the preparations. The indicator was higher using Micro-Mineralis with application of mineral nutrition of 143.5 g, which is higher than the absolute control by 3.1 g, or 2.2%. The yield data showed that the highest productivity was provided by the preparation Micro-Mineralis using fertilizers – 2.22 t/ha, the yield increase was 0.3 t/ha (15.6%). With the use of Fulvigrin Bor and potassium humate, the increase was 0.21 and 0.25 t/ha, using  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 0.15 t/ha.

**Keywords:** soybean, fertilizers, productivity, plant mass, leaf area.

## Науково обґрунтована оптимізація агротехніки вирощування сої

Т. П. Шепілова | Д. І. Петренко | С. М. Лещенко | К. В. Васильковська | М. М. Ковальов

Центральноукраїнський  
національний технічний  
університет,  
м. Кропивницький,  
Україна

В сучасних умовах важливим резервом підвищення урожайності сої є поліпшення умов живлення за допомогою застосування добрив та стимуляторів росту, що реалізують потенційну продуктивність сортів сої інтенсивного типу. Мета досліджень – виявити вплив добрив та препаратів з ріст регулюючими речовинами та мікроелементами на розвиток рослин середньостиглого сорту сої Феєрія в умовах північного Степу України. Завдання - визначити вплив елементів технології вирощування на висоту, масу рослин, площу листя, формування елементів структури врожаю. Дослідження проводилися протягом 2020–2022 рр. в умовах Кіровоградської області. Польовий дослід включав два фактори. Фактор А (мінеральні добрива): 1). Контроль (без добрив), 2).  $N_{30}P_{30}K_{30}$ . Фактор В (препарати): 1). Контроль (без обробки), 2). Фульвігрін Бор 1,5 л/га, 3). Гумат калію 1,0 л/га, 4). Мікро-Мінераліс 1,5 л/га. Обробку посівів препаратами проводили у фазі бутонізації. Мінеральні добрива вносили розкидним способом під передпосівну культивування. В результаті досліджень встановлено, що застосування мінеральних добрив і препаратів сприяло збільшенню висоти та маси рослин сої, використання Мікро-Мінераліс виявилось більш ефективним, де на фоні  $N_{30}P_{30}K_{30}$  приріст до абсолютного контролю становив 9,6 см (11,3%) і 8,2 г (21,9%) відповідно. Суттєвий приріст площі листової поверхні однієї рослини формувався також на фоні застосування Мікро-Мінераліс у поєднанні з внесенням мінеральних добрив, приріст до контролю становив 167 см<sup>2</sup> (18,2%). Комплексне застосування добрив мало позитивний вплив на формування бульбочок. Так, їх кількість збільшувалась на 6,1–9,4 шт./росл., що становить 21,4–33,0%. Найбільшу ефективність забезпечив Мікро-Мінераліс, найменшу Фульвігрін Бор. Застосування добрив сприяло збільшенню маси насіння на 0,15 г/росл., при комплексному застосуванні препаратів – на 0,22–0,42 г/росл. Урожайні дані показали, що найбільшу врожайність забезпечив препарат Мікро-Мінераліс на фоні добрив – 2,22 т/га, прибавка врожаю становила 0,3 т/га (15,6%). За умови застосування Фульвігрін Бор та Гумат калію прибавка складала 0,21 та 0,25 т/га.

**Ключові слова:** соя, добрива, урожайність, маса рослин, площа листя.**Бібліографічний опис для цитування:** Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Васильковська К. В., Ковальов М. М. Науково обґрунтована оптимізація агротехніки вирощування сої. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 56–59.



## Вступ

Пріоритетний шлях розвитку аграрного комплексу України включає стабільне виробництво сої, що задовольняє потреби рослинництва і тваринництва, як основних галузей сільського господарства [1–5]. З огляду на це, відмічається зростаючий інтерес до неї з боку провідних вітчизняних та зарубіжних вчених стосовно підвищення продуктивності культури шляхом удосконалення технології вирощування, застосування добрив та сучасних стимуляторів росту [6–9].

Ефективність застосування добрив залежить від строків і дози внесення, групи стиглості сорту, ґрунтово-кліматичних умов, отже потребує детального вивчення [10, 11]. Важливим резервом підвищення урожайності сої є поліпшення умов живлення за допомогою застосування мікродобрив та стимуляторів росту, що реалізують потенційну продуктивність сучасних сортів сої інтенсивного типу, покращують розвиток кореневої системи, підвищують активність фотосинтезу та симбіотичної фіксації азоту, збільшують масу рослин, площу листової поверхні, насінневу продуктивність [12–15].

В дослідженнях проведених в умовах північного Степу України встановлено, що застосування мінеральних та мікродобрив має позитивний вплив на формування продуктивності сої. Зокрема, прибавка врожаю при вирощуванні сорту сої Золушка становила 0,21–0,29 т/га, або 13,7–19,0 %. При цьому відмічено зростання висоти рослин на 3,2–4,6 м, маси рослин на 4,1–5,1 г, тоді як кількість бульбочок на коренях сої майже не змінювалась [16].

Вивчення впливу регуляторів росту на продуктивність сої сорту Устя показало, що більшу прибавку врожаю забезпечує Агростимулін – 0,34 т/га, при застосуванні Емістиму С вона становила 0,13 т/га [17].

В дослідженнях О. І. Полякова встановлено, що приріст урожайності сої від застосування біостимуляторів складав 0,06–0,18 т/га [18].

В дослідженнях з вивчення ефективності мікродобрива Квантум для обробки насіння і посівів сої встановлено, що маса рослин зростала до контролю на 3,0–5,8 г, маса насіння – на 0,26–0,29 г/роsl. Прибавка врожаю при цьому становила 0,17–0,28 т/га [19].

Таким чином, важливим і актуальним питанням є вивчення ефективності застосування добрив на продуктивність сої в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

## Мета дослідження

Мета досліджень – виявити вплив добрив та препаратів з ріст регулюючими речовинами та мікроелементами на розвиток рослин середньостиглого сорту сої Феєрія в умовах північного Степу України.

*Завдання* визначити вплив елементів технології вирощування на висоту, масу рослин, площу листя, кількість бульбочок, формування елементів структури врожаю.

## Матеріали і методи

Дослідження проводилися протягом 2020–2022 рр. в умовах Кіровоградської області. Ґрунт – чорнозем звичайний середньогумусний важкосуглинковий. Вміст гумусу 4,6 %, азоту, що легко гідролізується – 11,5 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – 6,2 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 12,9 мг/100 г ґрунту. В роки досліджень кількість опадів варіювала в широких межах. Так, гідротермічний коефіцієнт за період вегетації сої 2020 р. становив 0,6, 2021 р. – 1,2, 2022 р. – 0,9.

Польовий дослід закладали методом блоків. Фактор А (мінеральні добрива): 1). Контроль (без добрив), 2).  $N_{30}P_{30}K_{30}$ . Фактор В (препарати):

- 1). Контроль (без обробки);
- 2). Фульвіґрін Бор 1,5 л/га;
- 3). Гумат калію 1,0 л/га;
- 4). Мікро-Мінераліс 1,5 л/га.

Обробку посівів препаратами проводили у фазі бутонізації. Мінеральні добрива вносили розкидним способом під передпосівну культивуацію. Вивчали середньостиглий сорт сої Феєрія.

## Результати та їх обговорення

Відомо, що від маси рослин залежить фотосинтетичний потенціал посіву, здатність використання сонячної енергії, накопичення органічної речовини та урожайність сої. Параметри маси рослин залежать від впливу агротехнічних факторів та погодних умов року. Використання добрив та стимуляторів росту сприяє формуванню більшої маси рослин, площі листової поверхні та сприяє інтенсивному формуванню бульбочок сої [4, 7, 11].

Встановлено, що застосування добрив сприяло збільшенню маси рослин на 5,3 г (14 %). Додаткове застосування препаратів на мінеральному фоні живлення сприяло збільшенню показника на 2,6–6,8 %. При використанні тільки препаратів маса рослин збільшувалась на 3,7–12,8% (табл. 1).

Висота рослин під дією стимуляторів росту зростала до контролю на 2,0–4,3%. На фоні  $N_{30}P_{30}K_{30}$  і обробки посівів препаратами рослини були вищими – 91,9–94,7 см, що більше за абсолютний контроль на 6,8–9,6 см і становить 8,0–11,3 %. Ефективність дії препаратів на різних фонах живлення була на одному рівні.

Площа листової поверхні сої суттєво змінювалась залежно від елементів технології вирощування. Застосування стимуляторів росту та добрив забезпечує формування більших показників площі листя, що підтверджується іншими дослідженнями [3, 16, 19].

**Таблиця 1**

Вплив елементів агротехніки на масу та висоту рослин (2020–2022 рр.)

Мінеральні добрива	Препарати	Маса рослин, г	Висота рослин, см	Площа листової поверхні, см <sup>2</sup> /росл.	Кількість бульбочок, шт./росл.
Контроль (без добрив)	Контроль (без обробки)	37,5	85,1	918	28,5
	Фульвігрін Бор 1,5 л/га	38,9	86,8	943	30,5
	Гумат калію 1,0 л/га	39,6	87,5	955	32,9
	Мікро-Мінераліс 1,5 л/га	42,3	88,8	984	33,4
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	Контроль (без обробки)	42,8	90,8	972	33,8
	Фульвігрін Бор 1,5 л/га	43,9	91,9	998	34,6
	Гумат калію 1,0 л/га	44,8	93,4	1011	36,2
	Мікро-Мінераліс 1,5 л/га	45,7	94,7	1085	37,9

При застосуванні Фульвігрін Бор та Гумат калію, як на фоні мінеральних добрив так і без них площа листя зростала на 2,7–4,0 %.

Більш ефективною виявилась обробка посівів Мікро-Мінераліс, де приріст до контролю становив 66 см<sup>2</sup>/росл. (7,2 %). На фоні N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> препарат сприяв збільшенню площі листя на 113 см<sup>2</sup>/росл., що склало 11,6%.

Дослідженнями багатьох вчених доведено позитивний вплив мікродобрив та стимуляторів росту на формування бульбочок, шляхом посилення розвитку кореневої системи та покращення живлення [10, 12, 16].

Виявлено, що під дією препаратів кількість бульбочок збільшувалась до контролю в межах

7,0–17,2%. На фоні мінерального живлення приріст становив 2,4–12,1 %. Найбільшу ефективність відмічено під дією Мікро-Мінераліс, найменшу показав Фульвігрін Бор.

На фоні мінерального живлення на коренях сої формувалась більша кількість бульбочок, прибавка до контролю складала 5,3 шт./росл. (18,6 %).

Відомо, що застосування добрив і стимуляторів росту рослин формує кращі показники насінневої продуктивності рослин сої [11, 17].

Маса насіння збільшувалась під дією добрив на 0,15–0,42 г/росл., що становить 3,5–9,9 % (табл. 2).

**Таблиця 2**

Вплив елементів агротехніки на врожайність та масу насіння (2020–2022 рр.)

Мінеральні добрива (фактор А)	Препарати (фактор В)	Маса 1000 насінин, г	Маса насіння, г/росл.	Урожайність, т/га
Контроль (без добрив)	Контроль (без обробки)	140,4	4,23	1,92
	Фульвігрін Бор 1,5 л/га	140,4	4,31	2,02
	Гумат калію 1,0 л/га	140,9	4,35	2,05
	Мікро-Мінераліс 1,5 л/га	141,0	4,41	2,11
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	Контроль (без обробки)	141,9	4,38	2,07
	Фульвігрін Бор 1,5 л/га	142,1	4,45	2,13
	Гумат калію 1,0 л/га	142,4	4,50	2,17
	Мікро-Мінераліс 1,5 л/га	143,5	4,65	2,22
НІР <sub>05</sub> по фактору А				0,07
НІР <sub>05</sub> по фактору В				0,08
НІР <sub>05</sub> по фактору АВ				0,13

При застосуванні стимуляторів росту і мікродобрив показник підвищувався на 1,9–4,2 %, на фоні N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> – на 1,6–6,2 %.

Маса 1000 насінин під дією препаратів змінювалась мало. Більшим показник був при застосуванні Мікро-Мінераліс на фоні мінерального живлення – 143,5 г, що вище за абсолютний контроль на 3,1 г, або 2,2 %.

Урожайні дані свідчать, що застосування Фульвігрін Бор сприяло отриманню істотної прибавки врожаю – 0,10 т/га, тоді як на фоні мінеральних добрив за додаткового обприскування посівів прибавка врожаю була неістотною (0,06 т/га). Застосування Гумату калію дало істотний приріст врожаю 0,13 і 0,10 т/га відповідно. Найбільшою ефективністю відзначився Мікро-Мінераліс, де прибавка до контролю становила – 0,19 т/га, на фоні N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> – 0,15 т/га.

Застосування мінеральних добрив сприяло збільшенню врожайності на 0,15 т/га, або 7,8 %.

## Висновки

Застосування мінеральних добрив і препаратів сприяло збільшенню висоти та маси рослин сої, при цьому використання Мікро-Мінераліс виявилось більш ефективним, де на фоні N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> приріст до абсолютного контролю становив 9,6 см (11,3 %) і 8,2 г (21,9 %) відповідно.

Найбільш суттєвий приріст площі листової поверхні однієї рослини формувалась на фоні застосування Мікро-Мінераліс у поєднанні з внесенням мінеральних добрив. Збільшення показника становило 167 см<sup>2</sup>, що складає 18,2 %.

Комплексне застосування добрив мало позитивний вплив на формування бульбочок. Так, їх кількість збільшувалась на 6,1–9,4 шт./росл., що становить

21,4–33,0%. Найбільшу ефективність забезпечив Мікро-Мінераліс, найменшу Фульвігрін Бор.

Застосування добрив сприяло збільшенню маси насіння на 0,15 г/роsl., при комплексному застосуванні препаратів – на 0,22–0,42 г/роsl.

Урожайні дані показали, що найбільшу врожайність забезпечив препарат Мікро-Мінераліс на фоні добрив – 2,22 т/га, прибавка врожаю становила 0,3 т/га (15,6%). За умови застосування Фульвігрін Бор та Гумат калію прибавка складала 0,21 та 0,25 т/га, на фоні N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> – 0,15 т/га.

*Перспективи подальших досліджень.* В подальших дослідженнях планується вивчити ефективність мікродобрив та регуляторів росту в комбінаціях для обробки насіння і посівів на ранньостиглих сортах сої при вирощуванні в зоні північного Степу України.

### Конфлікт інтересів

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

### References

1. Didora, V. G., & Stupnicka, O. S. (2016). Produktivnist soyi zalezhdno vid inokulyaciyi ta udobrennya v umovah Polissya Ukrayini. *Visnik Agrarnoyi Nauki*, 4, 33–37. Retrieved from: [https://agrovisnyk.com/pdf/ua\\_2016\\_04\\_08.pdf](https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2016_04_08.pdf) [in Ukrainian]
2. Taherzadeh, O., & Caro, D. (2019). Drivers of water and land use embodied in international soybean trade. *Journal of Cleaner Production*, 223, 83–93. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.068>
3. Vozhegova, R. A., Najdonova, V. O., & Voronyuk, L. A. (2016). Produktivnist soyi za riznih sposobiv osnovnogo obrobittku gruntu ta doz vnesennya dobriv pri zroshenni. *Zroshuvane Zemlerobstvo*, 65, 20–22. Retrieved from: [http://izpr.ks.ua/archive/2016/65/65\\_2016.pdf](http://izpr.ks.ua/archive/2016/65/65_2016.pdf) [in Ukrainian]
4. Montanha, G. S., Dias, M. A. N., Corrêa, C. G., & de Carvalho, H. W. P. (2021). Unfolding the fate and effects of micronutrients supplied to soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) and maize (*Zea mays* L.) through seed treatment. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(4), 3194–3202. <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00598-7>
5. Cherenkov, A. V., Klysha, A. I., Hyrka, A. D., & Kulnich, O. O. (2014). *Zernobobovi kultury: suchasni tekhnologii vyroshchuvannia: monohrafiia*. Dnipropetrovsk. Aktsent PP. [in Ukrainian]
6. Rebonatti, M. D., Cordeiro, C. F. dos S., Volf, M. R., Gomes da Silva, P. C., & Tiritan, C. S. (2023). Effects of silage crops between crop seasons on soybean grain yield and soil fertility in tropical sandy soils. *European Journal of Agronomy*, 143, 126685. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126685>
7. Melnyk, A. V., Romanko, Yu. O., Romanko, A. Yu., & Dudka, A. A. (2019). Effect of weather and climate parameters on the crop productivity of modern soybean varieties in the north-eastern Forest steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 109 (1), 76–83. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.12>
8. Tapas, C., & Gupta, S. B. (2005). Effect of bacterial fertilizers with different phosphorus levels on soybean and soil microflora. *Advances in Plant Sciences, Raipur, India*, 18 (1), 81–86.
9. Kuczynski, J., Twardowski, T., Nawracała, J., Gracz-Bernaciak, J., & Tyczewska, A. (2020). Chilling stress tolerance of two soya bean cultivars: Phenotypic and molecular responses. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 206 (6), 759–772. <https://doi.org/10.1111/jac.12431>
10. Zabolotnij, G. M., Ciganskij, V. I., & Ciganska, O. I. (2015). Vpliv mineralnih dobriv ta mikrodobriv na formuvannya individualnoyi produktivnosti roslin soyi v umovah Lisostepu pravoberezhnogo. *Agrobiologiya*, 2, 130–133. [in Ukrainian]
11. Kushnir, M. V. (2014). Effect of pre-treatment of seeds and foliar fertilizing on yield and seed quality of modern soy-bean varieties. *Plant Breeding and Seed Production*, 106, 134–140. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2014.42142>
12. Pavlenko, G. V. (2015). Vpliv elementiv tehnologiyi viroshuvannya na yakist nasinnya soyi v pravoberezhnomu Lisostepu. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoho Naukovoho Sentru "Instytut Zemlerobstva NAAN"*, 1, 72–79. [in Ukrainian]
13. Bobro, M. A. (Red). (2016). *Adaptivna tehnologiya viroshuvannya soyi u Shidnomu Lisostepu Ukrayini: monografiya*. Kharkiv: KhNAU [in Ukrainian]
14. Mosondz, N. P. (2014). Formuvannya produktivnosti soyi zalezhdno vid tehnologichnih zahodiv viroshuvannya v umovah pivnichnoyi chastini Lisostepu. *Zemlerobstvo*, 1-2, 74–77. [in Ukrainian]
15. Shevnikov, M. Ya. (2011). Osoblivosti tehnologiyi viroshuvannya soyi v umovah nestijkogo zvolozhennya Lisostepu Ukrayini. *Kormi i Kormovirobnictvo*, 69, 147–151. [in Ukrainian]
16. Shepilova, T. P., Petrenko, D. I., Leshchenko, S. M., Skrynnik, I. O., & Artemenko, D. Y. (2021). Effectiveness of fertilizer application on soybean areas in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 37–42. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.04>
17. Kornijchuk, M. S., Polishuk, S. V., Zhmurko, L. G., & Zhitkevich, N. V. (2008). Vpliv regulatoriv rostu na rozvitok bakterialnih hvorob soyi. *Silskogospodarska Mikrobiologiya*, 7, 138–146 [in Ukrainian]
18. Polyakov, O. I., & Nikitenko, O. V. (2011). Formuvannya elementiv produktivnosti ta vrozhdnosti sortiv soyi pid vplyvom zastosuvannya biostimulyatoriv rostu. *Naukovo-Tekhnichnij Byuleten Instytutu Olijnih Kultur NAAN*, 16, 112–116 [in Ukrainian]
19. Shepilova, T., Mostipan, M., Petrenko, D., & Vasylykovska, K. (2020). The influence of sowing time and micro-fertilizers on soybean productivity in the northern steppe of Ukraine. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (4), 787–792. Retrieved from: <https://www.agrojournal.org/26/04-12.pdf>
20. Artemenko, S. F., & Kovtun, O. V. (2016). Produktivnist soyi zalezhdno vid riznih doz dobriv ta osnovnogo obrobittku gruntu u sivozminah korotkoyi rotaciyi. *Byuleten Instytutu Silskogo Gospodarstva Stepovoyi Zoni NAAN Ukrayini*, 11, 62–66. [in Ukrainian]

### ORCID

- T. Shepilova  <https://orcid.org/0000-0002-1439-0439>  
D. Petrenko  <https://orcid.org/0000-0002-3151-8123>  
S. Leshchenko  <https://orcid.org/0000-0001-9339-4691>  
K. Vasylykovska  <https://orcid.org/0000-0002-3524-4027>  
M. Kovalov  <https://orcid.org/0000-0003-4421-8960>



2023 Shepilova 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.

## Species composition of harmful entomofauna of Baikal skullcap in the Steppe zone of Ukraine

N. Kovalenko | G. Pospelova | N. Nechiporenko | I. Pospelov

## Article info

## Correspondence Author

N. Kovalenko

E-mail:

[ninel.kovalenko2016@gmail.com](mailto:ninel.kovalenko2016@gmail.com)Poltava State Agrarian  
University,

1/3, Skovoroda St.,

Poltava, 36000,

Ukraine

**Citation:** Kovalenko, N., Pospelova, G., Nechiporenko, N., & Pospelov, I. (2023). Species composition of harmful entomofauna of Baikal skullcap in the Steppe zone of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 60–64. doi: 10.31210/spi2023.26.02.11

Plantation cultivation of medicinal plants, especially perennials, causes the formation of a stable complex of pests. Currently, it is relevant to create a list of potentially dangerous phytophagous species for a specific region. We clarified the species composition and studied the dynamics of the entomofauna population of the agrophytocenosis of the Baikal scutellaria (*Scutellaria baicalensis* Georgi) in the steppe zone of the Ukraine. The entomocomplex of the culture is represented by polyphagous insect species (7 species) and a specialized species adapted to feeding on plants of the Nettle family, the green shield bug. The orders of beetles (Coleoptera) and moths (Lepidoptera) were characterized by the least diversity (2 species each). The proportion of beetles in the entomo-complex structure was 15 %, and moths accounted for 20 % of the total. The order of true bugs (Hemiptera) included 4 species from the families plant bugs (Miridae), leafhoppers (Cicadellidae), and stink bugs (Pentatomidae). The share of true bugs (Hemiptera) was 65 %. Based on thorough excavations, we discovered larvae of the common cockchafer (*Melolontha melolontha* L.) of various ages and larvae of the turnip moth (*Scotia segetum* Schiff.). The population of cockchafer larvae varied from 0.2 ind./m<sup>2</sup> in 2020 to 0.5 ind./m<sup>2</sup> in 2021, and that of the turnip moth ranged from 0.1 ind./m<sup>2</sup> in 2020 to 0.3 ind./m<sup>2</sup> in 2021. Despite such a number of phytophages, no significant plant damage was observed. During the vegetation period, the above-ground parts of the plants were damaged by the meadow plant bug (*Lydus rugulipennis* Popp), the sloe bug (*Dolycoris baccarum* L.), and the alfalfa plant bug (*Adelphocoris lineolatus* Goeze.); the yellow leafhopper (*Empoasca flavescens* F.), and the silver Y moth (*Autographa gamma* L.). The peak population of bugs was observed during the budding phase – 2.5 ind./m<sup>2</sup> in 2020 and 3.7 ind./m<sup>2</sup> in 2021. The overall damage rate by bugs during the flowering period did not exceed 4.5 %. Over the study years, there was a gradual increase in the population density of the silver Y moth, with its maximum during the stem formation phase – 2.3 ind./m<sup>2</sup> (2020) and 1.7 ind./m<sup>2</sup> (2021). The above-ground parts of the Baikal skullcap, starting from the stem formation phase to the end of vegetation, were damaged by the yellow leafhopper (*Empoasca flavescens* F.). Its population density in 2020 was 0.3 ind./m<sup>2</sup>, whereas, in 2021, it was 0.8 ind./m<sup>2</sup> (during the stem formation phase). The damage level caused by leafhoppers was relatively low at 14% and 8% over the study years. During the counts, isolated individuals of the green shield bug were also recorded.

**Keywords:** medicinal plants, cultivation technologies, Baikal skullcap, phytophagous insects, entomo-complex, phytosanitary monitoring.

## Видовий склад шкідливої ентомофауни шоломниці байкальської у Степовій зоні України

Н. П. Коваленко | Г. Д. Поспелова | Н. І. Нечипоренко | І. С. Поспелов

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава,  
Україна

Плантаційне вирощування лікарських рослин, особливо багаторічних, викликає формування стабільного комплексу шкідників. Наразі актуальним є створення переліку потенційно небезпечних видів фітофагів для конкретного регіону. Нами уточнено видовий склад та вивчено динаміку чисельності ентомофауни агрофітоценозу шоломниці байкальської (*Scutellaria baicalensis* Georgi) в степовій зоні України. Ентомокомплекс культури представлений переважно багатодітними видами комах (7 видів) та спеціалізованим видом, пристосованим до живлення на рослинах родини Глухокропівові, – щитоноскою зеленою. Ряди твердокрилих (Coleoptera) та лускокрилих (Lepidoptera) характеризувалися найменшим різноманіттям (по 2 види). Частка в структурі ентомокомплексу твердокрилих становила 15 % та лускокрилих 20 % від загалу. Ряд напівтвердокрилих (Hemiptera) налічував 4 види з родин трав'яні клопи (Miridae), цикадинові (Cicadellidae) та пентатоміди (Pentatomidae). Частка напівтвердокрилих (Hemiptera) становила 65 %. За результатами ґрунтових розкопок нами виявлено личинки травневих жуків (*Melolontha melolontha* L.) різних віків і личинки совки озимої (*Scotia segetum* Schiff.). Чисельність личинок травневого жука коливалась за роками дослідження в межах від 0,2 екз./м<sup>2</sup> (2020 р.) до 0,5 екз./м<sup>2</sup> (2021 р.), а совки озимої – від 0,1 екз./м<sup>2</sup> (2020 р.) до 0,3 екз./м<sup>2</sup> (2021 р.). За такої кількості фітофагів значного ступеня пошкодження рослин не спостерігалось. В період вегетації надземні органи рослин пошкоджували клопи трав'яний (*Lydus rugulipennis* Popp), ягідний (*Dolycoris baccarum* L.) та люцерновий (*Adelphocoris lineolatus* Goeze.); цикадка жовтувата (*Empoasca flavescens* F.); совка гамма (*Autographa gamma* L.). Максимальний розвиток популяції клопів спостерігався у фазу бутонізації – 2,5 екз./м<sup>2</sup> у 2020 році та 3,7 екз./м<sup>2</sup> у 2021 р. Загальна ступінь пошкодження клопами в період цвітіння не перевищувала 4,5 %. В роки досліджень спостерігалось поступове зростання щільності популяції совки-гамми, максимум якої припадав на фазу стеблуння – 2,3 екз./м<sup>2</sup> (2020 р.) та 1,7 екз./м<sup>2</sup> (2021 р.). Надземні органи рослин шоломниці, починаючи з фази стеблуння і до кінця вегетації, пошкоджувала цикадка жовтувата (*Empoasca flavescens* F.). Щільність її популяції в 2020 р. становила 0,3 екз./м<sup>2</sup>, тоді як у 2021 р. – 0,8 екз./м<sup>2</sup> (у фазу стеблуння). За роками досліджень рівень пошкодження цикадками був незначним 14 % та 8 %. Під час обліків реєструвалися поодинокі особини щитоноски зеленої.

**Ключові слова:** лікарські рослини, технології вирощування, шоломниця байкальська, комахи-фітофаги, ентомокомплекс, фітосанітарний моніторинг.

**Бібліографічний опис для цитування:** Коваленко Н. П., Поспелова Г. Д., Нечипоренко Н. І., Поспелов І. С. Видовий склад шкідливої ентомофауни шоломниці байкальської у Степовій зоні України. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 60–64.

## Вступ

Інтенсифікація рослинництва супроводжується прискоренням мікроеволюційних процесів у біогеоценозах, сприяє появі резистентних рас та штамів збудників хвороб, шкідників, селективному розвитку окремих видів бур'янів, швидкій перебудові структури ентомо- і фітоценозів. В зв'язку з цим захист від хвороб, шкідників і бур'янів є обов'язковим прийомом промислових технологій вирощування лікарських рослин, оскільки він забезпечує збереження до 40 % вирощуваної продукції [2, 3, 18]. Крім того, збитки, завдані шкідниками та хворобами, знижують продуктивність біомаси, погіршують якість лікарської сировини, зокрема вміст ефірних олій [4, 11].

Останнім часом розширюються роботи з інтродукції нових лікарських рослин, розробляються технології плантаційного вирощування звіробою звичайного, мальви, синюхи блакитної, шоломниці байкальської та інших видів, тому виникла необхідність вивчення патогенів і фітофагів на цих культурах та розробки ефективних заходів щодо їх захисту від домінуючих організмів [14, 16, 20].

Переважає більшість видів лікарських рослин, що вирощується, стають більш чутливими до біотичних стресових факторів різної природи (шкідники, збудники грибною, бактеріальною та вірусною етіології) порівняно із природними ценозами [1, 8, 9, 19].

Тривале системне культивування лікарських рослин викликає формування стабільного комплексу шкідників, характерним осередком якого є обмежена група відносно спеціалізованих олігофагів, збитки від яких часто перевищують втрати від інших представників комплексу [6, 7, 17].

На початку введення в культуру насадження лікарських рослин освоюють поліфаги. В подальшому видове різноманіття розширюється за рахунок місцевих відносно спеціалізованих олігофагів. Зростає як щільність популяції, так і шкідливість представників цієї групи фітофагів. Саме тому актуальним є вивчення потенційно небезпечних видів для конкретного регіону. Крім того, варто враховувати можливість проникнення нових спеціалізованих шкідників, в тому числі й монофагів [12, 22].

## Мета дослідження

Мета досліджень – уточнення видового складу та вивчення динаміки чисельності ентомофауни

агробіоценозу шоломниці байкальської в степовій зоні Полтавської області.

## Матеріали і методи

Дослідження проводили впродовж 2020–2021 рр. на дворічних плантаціях шоломниці байкальської в СФГ «Світ» Дніпропетровської області. Обліки фітофагів та спостереження за рослинами здійснювали під час маршрутних обстежень протягом вегетації шоломниці. Для встановлення видового складу шкідливих комах використовували загальноприйняті в ентомології методи досліджень: візуальний огляд рослин, косіння ентомологічним сачком, ґрунтові розкопки тощо.

Обстеження ділянок шоломниці байкальської методом відбору ґрунтових проб (облікова площа 0,25 см<sup>2</sup> з глибиною 30 см з усіма рослинними рештками) проводили восени після закінчення вегетації культури та рано навесні до початку відростання. Відбирали по 8 проб, рівномірно розміщених у шаховому порядку. Середню чисельність виявлених шкідників перераховували на 1 м<sup>2</sup> [15].

В основні фази розвитку шоломниці байкальської маршрутні обстеження здійснювали по двох діагоналях ділянки. Щільність популяції визначали підрахунком кількості особин на вегетативних і генеративних органах рослин. Косіння ентомологічним сачком проводили протягом вегетації культури. Ефективним у визначенні шкідників шоломниці байкальської виявився метод струшування. Облік проводили на 10 облікових ділянках, розташованих по діагоналі поля. Площа облікової ділянки становила 1 м<sup>2</sup>. На основі отриманих даних розраховували середню чисельність шкідника та ступінь пошкодження рослин [15]. Таксономічну належність комах визначали за допомогою атласів-визначників [5, 21].

## Результати та їх обговорення

За результатами проведеного фітосанітарного моніторингу фітофагів на плантаціях шоломниці байкальської було виявлено 8 видів, що належать до 6 родин та 3 рядів. Ентомокомплекс культури був представлений багатодними видами комах, які зустрічаються в агроценозах сільськогосподарських культур, розміщених поряд із плантаціями шоломниці байкальської. Серед спеціалізованих видів комах, пристосованих до живлення на рослинах родини Глухокропиви (Lamiaceae), виявлено щитоноску зелену (*Cassida viridis* L.) (табл. 1).

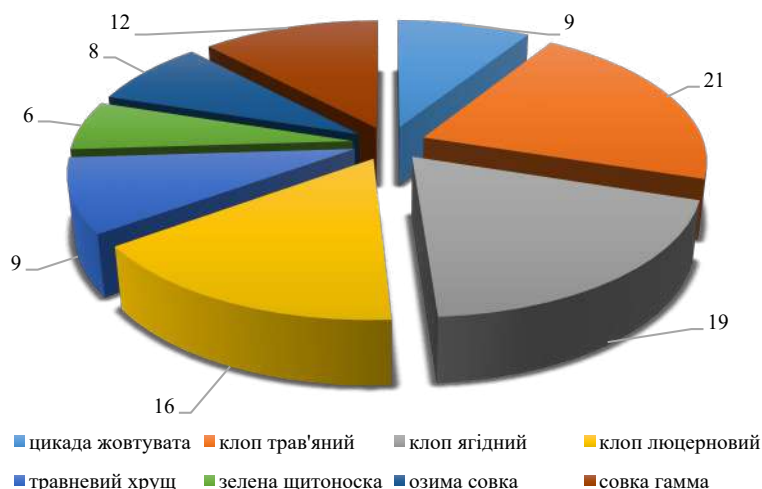
Таблиця 1

Видовий склад фітофагів шоломниці байкальської в степовій зоні України (2020-2021 рр.)

Ряд	Родина	Вид	
		Українська назва	Латинська назва
Coleoptera	Scarabidae	Травневий жук	<i>Melolontha melolontha</i> L.
	Chrysomelidae	Зелена щитоноска	<i>Cassida viridis</i> L.
Lepidoptera	Noctuidae	Озима совка	<i>Scotia segetum</i> Schiff.
		Совка гамма	<i>Autographa gamma</i> L.
Hemiptera	Pentatomidae	Клоп ягідний	<i>Dolycoris baccarum</i> L.
	Miridae	Клоп трав'яний	<i>Lydus rugulipennis</i> Popp
		Клоп люцерновий	<i>Adelphocoris lineolatus</i> Goeze.
	Cicadellidae	Цикадка жовтувата	<i>Empoasca flavescens</i> F.

Представники рядів твердокрилі (Coleoptera), та лускокрилі (Lepidoptera) характеризувалися найменшим різноманіттям (по 2 види) (рис. 1). Їх частка в структурі ентомокомплексу становила 35 %, з них – твердокрилих 15 %, а лускокрилих 20 %

від загалу. Ряд напівтвердокрилі (Hemiptera) налічував 4 види з родин: трав'яні клопи (Miridae), цикадинові (Cicadellidae) та пентатоміди (Pentatomidae). Сумарно частка напівтвердокрилих (Homiptera) становила 65 %.



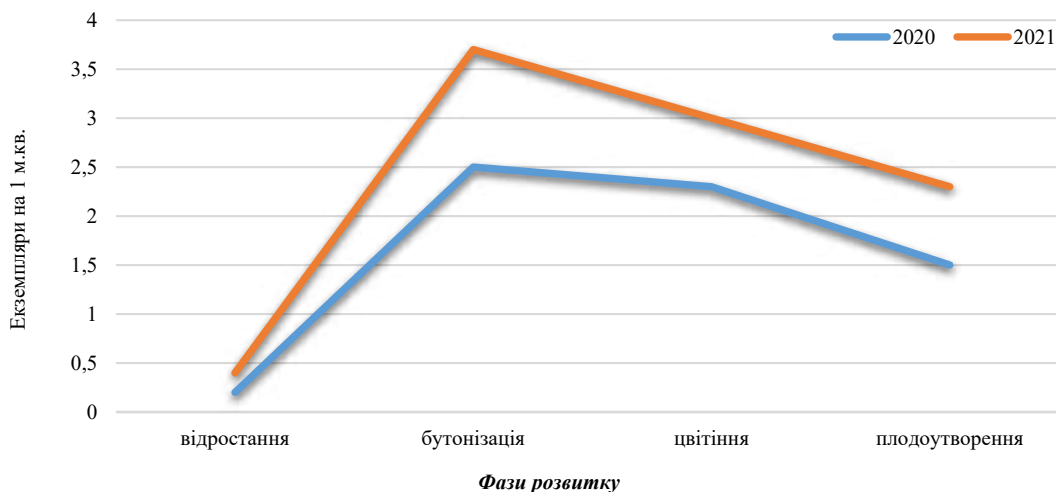
**Рис. 1.** Структура шкідливого ентомокомплексу на рослинах шоломниці байкальської (середнє за роки досліджень)

За результатами ґрунтових розкопок, що проведено восени (після скошування трави шоломниці байкальської) і навесні у фазу відростання, нами виявлені личинки травневих жуків (*Melolontha melolontha* L.) різних віків і личинки совки озимої (*Scotia segetum* Schiff.). За даними О. А. Ковальової, І. В. Мринського, вони здатні пошкоджувати кореневу систему та прикореневу частину стебел рослин культури [10, 13]. Крім того, личинки совки озимої можуть підгризати кореневу шийку, вгризатися в основу стебла та об'їдати листя біля поверхні ґрунту.

Чисельність личинок травневого жука коливалась за роками дослідження в межах від 0,2 екз./м<sup>2</sup> (2020 р.) до 0,5 екз./м<sup>2</sup> (2021 р.), а совки озимої – від 0,1 екз./м<sup>2</sup> (2020 р.) до 0,3 екз./м<sup>2</sup> (2021 р.). Така кількість фітофагів зазначених видів значного пошкодження рослин не викликала.

У період вегетації реєструвалися також види комах, які пошкоджували надземні органи рослин, зокрема: клопи – трав'яний (*Lydus rugulipennis* Poppi), ягідний (*Dolycoris baccarum* L.) та люцерновий (*Adelphocoris lineolatus* Goeze.); цикада жовтувата (*Empoasca flavescens* F.); совка гамма (*Autographa gamma* L.).

Відсутнього пошкодження плантаціям шоломниці байкальської, за нашими спостереженнями, завдавали клопи. Личинки починали заселяти рослини з фази відростання. Під час маршрутних обстежень в цей період виявлені поодинокі особини зазначеного комплексу клопів видів (в середньому 0,2 та 0,4 екз./м<sup>2</sup> відповідно років досліджень). Вони пошкоджували бруньки і верхню частину стебел, що призводило до гальмування росту пагонів і засихання бруньок. Максимальний розвиток цих шкідників спостерігався у фазу бутонізації – 2,5 екз./м<sup>2</sup> у 2020 році та 3,7 екз./м<sup>2</sup> у 2021 р. (рис. 2.)



**Рис. 2.** Динаміка чисельності клопів на посівах шоломниці байкальської

Під час живлення комахи пошкоджували бутони квіток, спричиняючи їх опадання. У фазу цвітіння та на початку плодоутворення відмічалось зменшення чисельності клопів на плантації, що пов'язано з їх міграцією в інші стадії кормових рослин. Загальна ступінь пошкодження клопами в період цвітіння у роки досліджень не перевищувала 4,5 %.

Згідно даних маршрутних обстежень, у фазу відростання, окрім личинок клопів, було виявлено також личинки совки-гамма. В 2020 р. середня чисельність цього фітофага на 1 м<sup>2</sup> становила 1,2 особини, тоді як в умовах 2021 р. – 0,8 особини (рис. 3).

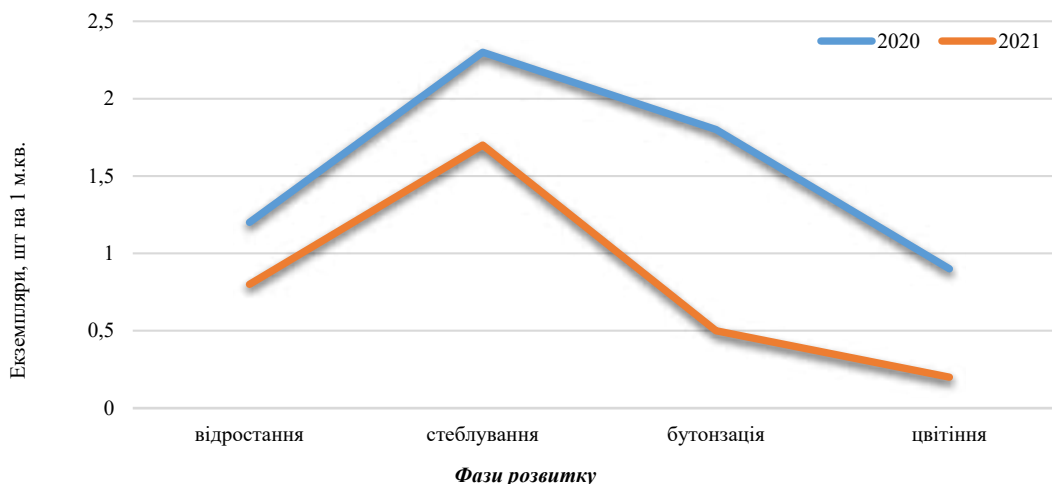


Рис. 3. Динаміка чисельності совки-гамма на посівах шоломниці байкальської

В роки досліджень спостерігалось поступове зростання щільності популяції шкідника, максимум якої припадав на фазу стеблуння – 2,3 екз./м<sup>2</sup> (2020 р.) та 1,7 екз./м<sup>2</sup> (2021 р.). До фази бутонізації чисельність личинок зазначеного фітофага знизилась до 1,8 та 0,5 екз./м<sup>2</sup> відповідно років дослідження, що пов'язано з початком заляльковування гусениць. Таким чином, у фазу цвітіння шоломниці байкальської чисельність личинок різних віків була мінімальною та не перевищувала 0,9 і 0,2 екз./м<sup>2</sup> за роками досліджень. Варто відмітити, що характер пошкодження відрізнявся, залежно від стадії розвитку комахи: личинки молодших віків (I-II віки) виїдали паренхіму, скелетуючи листки, а гусениці старших віків спричиняли грубе об'їдання.

Надземні органи рослин шоломниці, починаючи з фази стеблуння і до кінця вегетації, пошкоджувала цикадка жовтувата (*Empoasca flavescens* F.). На листках, в місцях концентрації та живлення особин цього фітофагу, утворювалися білуваті плями, спостерігалися деформація та некротизація тканин. Такі наслідки пошкодження рослин пов'язані з особливостями живлення цикадок – введення в тканини рослин травних ферментів [6].

Відомо, що в умовах України цикадка жовтувата розвивається у двох генераціях. В літній період цикади заселяють різноманітні трав'янисті біотопи, в тому числі плантації лікарських рослин, серед яких і шоломниця байкальська. Розвитку фітофага сприяє тепла і суха погода [6]. Можливо тому щільність популяції була дещо вищою в 2021 р. – 0,8 екз./м<sup>2</sup>, порівняно з 2020 р – 0,3 екз./м<sup>2</sup> (у фазу стеблуння). В цілому рівень пошкодження рослин цикадками був незначним і становив 14 % та 8 % за роками досліджень.

Упродовж вегетаційного періоду під час маршрутних обстежень на рослинах реєструвалися

поодинокі особини щитоноски зеленої (*Cassida viridis* L.). Наземні органи шоломниці байкальської пошкоджували як імаго, так і личинки, спричиняючи скелетування та грубе об'їдання листків.

### Висновки

За результатами проведених досліджень уточнено видовий склад ентомофауни шоломниці байкальської. Ентомокомплекс фітофагів культури представлений переважно багатодними видами комах (7 видів). Зі спеціалізованих видів, пристосованих до живлення на рослинах родини Глухокропівові, виявлено щитоноску зелену.

Найбільшу небезпеку для розвитку рослин шоломниці байкальської представляли клопи та гусениці совки-гамма, чисельність яких не перевищувала відповідно 3,7 та 2,7 екземплярів на 1 м<sup>2</sup>.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні ентомокомплексів плантацій інших видів лікарських рослин родини Глухокропівові та впливу виявлених фітофагів на їх розвиток і продуктивність.

### Конфлікт інтересів

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

### References

1. Dashchenko, A. V. (2014). Monitorynh virusnykh khvorob likarskykh roslyn rodyny Asteraceae. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 1, 10–13. [in Ukrainian].
2. Hlushchenko, L. (2016). Perspektyvy vykorystannia likarskykh roslyn u funktsionalnomu kharchuvanni. *Visnyk Lvivskoho Universytetu. Seriya Biolohichna*, 73, 437. [in Ukrainian].

3. Horoshko, V. V., Hubanov, O. H., & Sirik, O. M. (2013). Efektyvnist zastosuvannya biolohichnykh preparati na kulturakh *Salvia officinalis* L. *Galega officinalis* L., *Mentha piperita* L. *Likarske roslynnystvo: vid dosvidu mynuloho do novitnikh tekhnolohii: materialy II Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi internet-konferentsii*. (pp. 39–42). Poltava [in Ukrainian]
4. Hubanov, O. H., & Hlushchenko, L. A. (2014). Perspektyvy vyroshchuvannya likarskykh kultur v Ukraini za nezaleznykh yevropeiskykh pravyl – zaporuka yakosti likarskoi roslynnoi syrovyny. *Likarske roslynnystvo: vid dosvidu mynuloho do novitnikh tekhnolohii: materialy tretoi Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi internet-konferentsii*. (Poltava, 15–16 travnia 2014 r.). (pp. 22–24). Poltava. [in Ukrainian]
5. Iermolenko, V. M. (1971). *Atlas komakh-shkidnykiv polovykh kultur*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian]
6. Kolosovych, N. R. (2019). Vydovyi sklad shkidnykiv kulturyvovanoi miaty v umovakh doslidnoi stantsii likarskykh roslyn. *Materialy Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii Likarske roslynnystvo: vid dosvidu mynuloho do novitnikh tekhnolohii (30–31 travnia 2019 r., m. Poltava)*. (pp. 39–41). Poltava: RVV PDAA. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3252915> [in Ukrainian]
7. Kolosovych, N. R. (2023). Vplyv insektytsydiv na chyselnist polovoho ta yahidnogo klopiv v posivakh zmieloholovnyku molдавskoho. *Likarski roslyny: tradytsii ta perspektyvy doslidzhen: materialy VI Mizhnarodnoi naukovo konferentsii (Berezotocha, 25 bereznia 2023 r.), DSLR IAP NAAN*. (pp. 71–73). Lubny: VKF «Inter Park». [in Ukrainian]
8. Kornilova, N. A. (2015). Ahroekolohichne obgruntuvannya formuvannya dekoratyvnykh ta ozdorovchykh fitokompleksiv iz vykorystanniam likarskykh roslyn. *Fyzyolohiya Rastenyi y Henetyka*, 47 (3), 244–252. [in Ukrainian]
9. Kotiuk, L. A. (2011). Roslyny rodny hubotsviti (Lamiaceae): poshyrennia, kulturyvuvannya, introduktsiia v umovakh Zhytomyrskoho Polissia. *Vidnovlennia porushenykh pryrodnykh ekosystem: materialy IV Mizhnarodnoi nauovo konferentsii (18–21 zhovten 2011 r. m. Donetsk)*. (196–198). Donetsk [in Ukrainian]
10. Kovalova, A. O. (2013). Shkidnyky likarskykh roslyn rodny hubotsvitykh v pivnichnomu Lisostepu Ukrainy. *Naukovi pratsi Instytutu Bioenerhetychnykh Kultur i Tsukrovykh Buriakiv*, 17 (1), 429–432. [in Ukrainian]
11. Kryvunenko, V. P. (2006). Zakhystu likarskykh kultur vid shkidnykiv i khvorob v Ukraini – 80 rokiv. *Likarski roslyny: tradytsii ta perspektyvy doslidzhen: materialy Mizhnarodnoi nauovo konferentsii, prysviachenii 90-richchiu Doslidnoi stantsii likarskykh roslyn UAAN Berezotocha (m. Kyiv, 12–14 lypnia 2006 r.)*. (29–34). Kyiv [in Ukrainian]
12. Marimuthu, T., Suganthy, M., & Nakkeeran, S. (2018). Common pests and diseases of medicinal plants and strategies to manage them. *New Age Herbs*, 289–312. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-8291-7\\_14](https://doi.org/10.1007/978-981-10-8291-7_14)
13. Mrynskyi, I. M. (Red.). (2018). *Morfolohiia, biolohiia bahatoidnykh shkidnykiv ta zakhody borotby z nymy v adaptyvnykh tekhnolohiakh vyroshchuvannia*. Kherson: OLDI-PLuS [in Ukrainian]
14. Nikitina, O. O., Baula, O. P., & Myshko, A. M. (2019). Taksonomichniy analiz roslyn klasu Magnoliopsida, shcho poshyreni na farmatsevychnomu rynku. In: A. F. Popova (Red.). *Ukrainy Fyzyko-orhanichna khimiia, farmakolohiia ta farmatsevychna tekhnolohiia biolohichno aktyvnykh rechovyh: zbirnyk naukovykh prats 2 (2)*, 148–159. [in Ukrainian]
15. Omeliuta, V. P. (Red.). (1986). *Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur*. Kyiv: Urozhai, [in Ukrainian]
16. Pospelov, S. V., Nechyporenko, N. I., Pospelova, H. D., & Kovalenko, N. P. (2020). Fitosanitarnyi stan posiviv sholomnytsi baikalskoi. *Likarske roslynnystvo: vid dosvidu mynuloho do novitnikh tekhnolohii: deviata Mizhnarodna naukovopraktychna konferentsiia, (29-30 chervnia 2020 r. m. Poltava)*. (61–64). Poltava: RVV PDAA, <http://doi.org/10.5281/zenodo.5541344> [in Ukrainian]
17. Pospelov, S. V., Nechyporenko, N. I., Pospelova, H. D., & Kovalenko, N. P. (2020). Shkidlyva entomofauna likarskykh roslyn rodny Hlukhokropyvovi (Lamiaceae). In: *Ekolohichni innovatsii u pidvyshchenni ekonomichnoi ta prodovolchoi bezpeky Ukrainy: kolektyvna monohafiia*. (pp. 93–101). Poltava: Astraia [in Ukrainian]
18. Gahukar, R. T. (2018). Management of pests and diseases of important tropical/subtropical medicinal and aromatic plants: A review. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 9, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2018.03.002>
19. Sheludko, L. P., & Kutsenko, N. I. (2012). Rezultaty ta perspektyvy selektsiinoi roboty z likarskymy kulturamy v DSLR ISHPS NAAN. *Tavriyskiy Naukovyi Visnyk*, 80 (2), 187–191. [in Ukrainian]
20. Skybitska, M. I., & Mohyliak, M. H. (2013). Perspektyvy introduktsii likarskykh ta dekoratyvnykh roslyn z rodny Lamiaceae u Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy. *Naukovyi Vssnyk NLTU Ukrainy*, 23 (10), 40–45. [in Ukrainian]
21. Tymchenko, V. Y., & Yefremova, T. H. (1982). *Atlas shkidnykiv ta khvorob ovochevykh, bashtannykh kultur i kartopli*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian]
22. Verma, J. S. (2023). insect pest problem in medicinal plants - A review. *Agricultural Reviews*, 27 (2), 130–136. Retrieved from: [https://www.academia.edu/4417815/INSECT\\_PEST\\_PROBLEM\\_IN\\_MEDICINAL\\_PLANTS\\_A\\_REVIEW](https://www.academia.edu/4417815/INSECT_PEST_PROBLEM_IN_MEDICINAL_PLANTS_A_REVIEW)

#### ORCID

- N. Kovalenko  <https://orcid.org/0000-0001-5998-1745>  
 G. Pospelova  <https://orcid.org/0000-0002-8030-1166>  
 N. Nechyporenko  <https://orcid.org/0000-0003-2572-9095>



© 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.



## Analysis of the state of dendroflora of park zones in Poltava concerning its its lesion by mistletoe (*Viscum album L.*)

V. Pysarenko | M. Pishchalenko  | O. Barabolia | O. Krasota | M. Muler

### Article info

#### Correspondence Author

M. Pishchalenko

E-mail:

[maryna.pishchalenko@pdau.edu.ua](mailto:maryna.pishchalenko@pdau.edu.ua)

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody str., Poltava,

36003, Ukraine

**Citation:** Pysarenko, V., Pishchalenko, M., Barabolia, O., Krasota, O., & Muler, M. (2023). Analysis of the state of dendroflora of park zones in Poltava concerning its lesion by white mistletoe (*Viscum album L.*). *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 65–71. doi: 10.31210/spi2023.26.02.12

Mistletoe (*Viscum album L.*) white is the only plant on the Earth that has a unique substance that paralyzes cancer cells and simultaneously stimulates human immunity. However, despite its curative properties, mistletoe white has so far caused considerable damage to tree plantations in human settlements, acting not only as a parasitic plant, but also as a spreader of various diseases of woody plants. Mistletoe, being an inseparable component of tree plantations, both natural and urbanized ecosystems, settling on trees. Then it begins to destroy them intensively. This is why the question of protection of trees from mistletoe white is relevant at present. The purpose of the article is research the state of tree species in park zones of Poltava concerning their damage by white mistletoe (*Viscum album L.*). The article presents the results of the analysis of the state of the main tree species of the park zones of Poltava city of concerning their lesion by white mistletoe during 2017–2022. According to the results of the study identified tree species, which due to their species biologic-physiological features are affected more and vice versa show greater resistance to damage by mistletoe white (*Viscum album L.*). Recommendations for improving the species composition of tree species in park areas of Poltava, taking into account their resistance to mistletoe white damage, have been formulated. For the first time, we studied the degree of damage to deciduous trees in the park areas of Poltava, and set the degree of damage to trees affected by white mistletoe depending on their species biology and physiology, particularly, the structure and thickness of the bark. The influence of species-specific biologic and physiological features of tree species in the park areas of Poltava on the degree of their lesion by mistletoe white has been established. The most resistant woods have been determined, which can be recommended for renewal of the species composition of the dendroflora of the park zones of the urban ecosystem.

**Keywords:** dendroflora, mistletoe white, semi-parasite, gaustoria, bark, recreational area, urban ecosystem.

## Аналіз стану дендрофлори паркових зон м. Полтави що до їх ураження омелою білою (*Viscum album L.*)

В. М. Писаренко | М. А. Піщаленко | О. В. Бараболя | О. Г. Красота | М. О. Мулер

Полтавський державний  
аграрний університет,  
м. Полтава, Україна

Омела біла (*Viscum album L.*) єдина рослина на землі, що володіє унікальною субстанцією, яка паралізує ракові клітини і одночасно стимулює імунітет людини. Та все ж, незважаючи на свої цілющі властивості омела біла на сьогодні завдає значної шкоди деревним насадженням населених пунктів, виступаючи не тільки в якості рослини паразита а й як поширювач різних захворювань деревних рослин Омела будучи невід'ємним компонентом деревних насаджень, як природних так і урбанізованих екосистеми, поселяючись на деревах, почала інтенсивно знищувати їх, тому питання захисту дерев від омели білої є актуальним у наш час. Мета статті було вивчення стану деревних порід паркових зон міста Полтави що до ураження їх омелою білою (*Viscum album L.*). Наведено результати аналізу стану основних деревних порід паркових зон міста Полтави щодо ураження їх омелою білою протягом 2017–2022 років. За результатами дослідження визначено породи дерев, які в силу своїх видових біолого-фізіологічних особливостей найбільш вражаються і навпаки виявляють більшу стійкість до пошкоджень омелою білою (*Viscum album L.*). Розроблені рекомендації щодо оздоровлення видового складу деревних порід паркових територій міста Полтави з урахуванням їх стійкості до враження омелою білою. У роботі проведено дослідження щодо ступеня пошкодження деревних листяних порід в паркових зонах міста Полтава, встановлена залежність ступеня враження омелою білою дерев від їх видових фізіолого біологічних особливостей, зокрема від структури та товщини кори. Практична значущість проведеної роботи полягає у встановленні впливу видових біолого-фізіологічних особливостей деревних порід паркових територій міста Полтави на ступінь їх ураження омелою білою. Визначено найбільш стійкі деревні породи, які можна рекомендувати для оновлення видового складу дендрофлори паркових зон урбоекосистеми. Отримані результати проведеного дослідження можна використовувати для проведення оздоровчих заходів щодо оновлення деревних насаджень рекреаційних територій та дадуть можливість розробити практичні рекомендації, спрямовані на поліпшення ситуації з омелою білою (*Viscum album L.*) не тільки у паркових зонах м. Полтава а й оптимізувати зелені насадження будь якого населеного пункту.

**Ключові слова:** ґрунти, чорноземи звичайні, родючість, гумус, агроекологічний потенціал.

**Бібліографічний опис для цитування:** Писаренко В. М., Піщаленко М. А., Бараболя О. В., Красота О. Г., Мулер М. О. Аналіз стану дендрофлори паркових зон м. Полтави що до їх ураження омелою білою (*Viscum album L.*). *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 65–71.

## Introduction

Mistletoe is a rather peculiar plant, a semi-parasite. The sharp sprouts of mistletoe (*Viscum album* L.) cannot penetrate the wood, so fresh layers of bark grow around the sprouts annually on the outside, gradually submerging the bush in itself. Mistletoe, by synthesizing sugars and other nutrients, not only gives nothing back to the host plant, but it also cuts off the access of nutrients to the branches that are placed higher up on the tree. This inevitably leads to gradual desiccation and then death, first of the branches and then of the whole tree. If a few decades ago this plant was very rare in Ukraine, white mistletoe (*Viscum album* L.) has become an indispensable component of tree plantings in urban landscapes of our settlements both in winter and summer now. It should be noted that mistletoe (*Viscum album* L.) has now become a real threat to our park and garden areas. In recent years, the degree of damage by mistletoe (*Viscum album* L.) to green areas of urban ecosystems takes on the scale of an ecological disaster. An effective fight against mistletoe is therefore not a matter of spontaneous action, but rather of organized and sustained effort. Many European countries have specific national programmes to combat mistletoe. In Ukraine, mistletoe control programs are applied only in large cities, but according to existing data, since 2005, their funding has been significantly reduced or ceased altogether, which has had a negative impact on the green areas of settlements [1–6].

Mistletoe white (*Viscum album* L.), locally known as Mistletoe curse, is an evergreen shrub in the mistletoe (*Loranthaceae*) family. It is a semi-parasitic plant, settling on the above-ground parts of deciduous, rarely coniferous trees. Its life cycle is 4–6 years. Mistletoe flowers in spring and bears fruit in winter. It reproduces by seeds, which are usually spread by birds [7–11]. In the absence of light, the seeds not only fail to germinate, but also lose their ability to develop further. The leaf apparatus of mistletoe (*Viscum album* L.) photosynthesises almost all year round. Photosynthesis produces organic substances, resins, choline, tannins and saponin-like substances, fatty acids and alkaloids [12, 13]. It has been established that the osmotic pressure of vegetative organs of mistletoe white reaches 31–35 atm [13]. These well-established physiological and biological processes explain the complete frost-resistance, as well as the absence of damage by pests and lesions by pathogens.

Mistletoe (*Viscum album* L.), being an inseparable component of tree plantations, both natural and urbanized ecosystems, settling on trees. Then it begins to destroy them intensively. This is why the question of protection of trees from mistletoe white is relevant at present. But to date, the peculiarities of resistance of tree species used in recreational areas of urban ecosystems to mistletoe (*Viscum album* L.) have not been studied sufficiently. To present day in the scientific literature, in most cases, mistletoe white is considered from the standpoint of the possibility of its use in medicine [23]. In particular, in homeopathy, the

essence of fresh fruits and leaves is used, but it is most productively used in the treatment of cancer [6, 14–20]. Mistletoe white is the only plant on the Earth that has a unique substance that paralyzes cancer cells and simultaneously stimulates human immunity. However, despite its curative properties, mistletoe white has so far caused considerable damage to tree plantations in human settlements, acting not only as a parasitic plant, but also as a spreader of various diseases of woody plants [21, 22]. Control of mistletoe white (*Viscum album* L.) is necessary only in urbanized areas, while in nature it is an integral component of ecosystems, which plays a role in maintaining their stability. A catastrophic situation with mistletoe infestation of deciduous tree species has developed in the recreational areas of Poltava today. This fact poses a threat to the life of the city's population. Trees affected by mistletoe become brittle and break easily, even from minor gusts of wind. It is especially dangerous in pedestrian areas, parks, squares, courtyards of houses and educational institutions, as well as along motorways.

This is especially dangerous in pedestrian areas, parks, squares, courtyards of houses and educational institutions, as well as along highways.

## The aim of the study

The aim of the work was to find out the degree of damage of dendroflora of recreational areas of different districts of Poltava by mistletoe white (*Viscum album* L.). In order to achieve these goals, we solved the following tasks:

- To evaluate the degree of damage by mistletoe (*Viscum album* L.) of the main tree species of park zones of the city in connection with their species-specific physiological and biological features;
- To work out and offer practical recommendations for improving the situation with mistletoe (*Viscum album* L.) in the neighborhoods of Poltava.

## Materials and methods

During the research we used materials of route and experimental research conducted in the territory of Poltava city according to existing methods during 2017–2022.

For the research we chose 3 model areas of Poltava city, which are microdistricts of the regional centre – Kyivskiy, Podilskiy and Shevchenkivskiy. In Shevchenkivskiy district the following microdistricts were investigated: Almaznyi, Tsentralny and Sady-1. In Podilskiy district: Podil, Levada and Pivdennyi Terminal districts; in Kyivskiy district: Brailky, Polovky and Yurivka districts. At the selected sites we calculated the number of affected trees compared with the total number of tree species of the studied species, namely Norway maple (*Acer platanoides*), European birch (*Betula pendula* Rolt), Small-leaved linden (*Tilia cordata*), English tree (*Robiniaps*). The choice of these

deciduous species is primarily due to the specific structure of their bark. The degree of tree species' damage by mistletoe white was determined according to a 5-point scale proposed by S. I. Kuznetsov, F. M. Levon, Y. A. Klymenko, M. I. Shumyk, and V. F. Pylypchuk [23].

## Results and discussion

According to the results of research and literature data, the dendroflora of Poltava region parks includes 470 species, 120 forms, 28 hybrids, 8 varieties, and 1 species belonging to 143 genera, 60 families and two divisions. The section of the covered plants (Magnoliophyta) is represented by 523 taxa from 128 genera and 55 families; the section of the gymnosperms (Pinophyta) is represented by 104:15:5 [21] accordingly. The highest indicator of species and intraspecific diversity among cultivated dendroflora of parks of Poltava region is represented by the family Rose (132 species, forms, hybrids). In the dendroflora of parks of Poltava region there are 518 species of deciduous plants, 108 evergreens and one semi-evergreen species. As a result of geographical analysis, 50 indigenous tree and shrub species, which are natural components of forest, wood and shrub vegetation of Poltavska province, were identified in the dendroflora of parks. The group of plants (19 species) was the most numerous among the tree species of the native fraction that form the non-moral vegetation type. Five plant species are the main forest forming woody species of broad-leaved forests of Left Bank Forest-Steppe (European oak, Norway maple and English field maple, winter linden tree, European ash). They form the basis of trees of most parks of Poltava region, thereby bringing them closer to forest type landscapes, with a corresponding herbaceous cover of immoral plant species [12, 13]. Trees and shrubs of floodplain poplar and willow forests are widely used in park plantations, in particular, white poplar, shaky poplar, white willow, French willow. Resistance of plants to air pollution by smoke, dust and gases plays an important role for green building, as the majority of parks in Poltava are located in or close to industrial cities. This property of tree species is taken into account in landscaping of industrial centers, districts, school territories when creating street plantings. We carried out a visual survey of biotopes of Poltava city for the infestation of deciduous tree species by mistletoe white, and we noted that the spread of this semi-parasitic species is becoming catastrophic.

We mainly found Mistletoe white in mature and overmature trees in park areas and along local roads. This is a worrying signal, as the mistletoe damage causes the trees to decay, which is particularly dangerous in high winds and snowstorms. The spread of mistletoe white in the biotopes of

Poltava causes significant damage to their dendroflora, leading to a decrease in their aesthetics, phytomeliorative function, causing rapid aging and dying off. To date, mistletoe white affects a significant part of street, intra-block and park plantings (Fig. 1).



**Fig. 1.** Territory of Cadet Corps (Shevchenkivskiy Microdistrict, Poltava)

To assess the extent of mistletoe white wood affection in park plantations of microdistricts of Poltava we selected the most common wood species in the territory of the settlement, namely English tree (*Robinia pseudoacacia*), Norway maple (*Acer platanoides*), Small-leaved linden (*Tilia cordata*), European birch (*Betula pendula*). According to the literature, the anatomical features of a tree, in particular the structure of the bark, affect the degree of its damage by mistletoe. The bark structure of the tree contributes to the rapid spreading and germination of mistletoe culms on the tree [13, 23]. It is the loose bark structure of trees such as the Norway maple, European birch, English tree, and Small-leaved linden that served as the subject of our study.

We established 3 monitoring sites in different districts of Poltava: Shevchenkivskiy, Kyivskiy and Podilskiy. In Shevchenkivskiy district, the Almaznyi Microdistrict was investigated (a park area between Almaznyi and Sady 2). It was park area of Pivdennyi terminal in Podilskiy district. We examined trees along the road of Balakin street in Kyivskiy district. We calculated the total number of tree species compared to trees of selected species affected by mistletoe white in these areas (Table 1).

Thus, we found that 184 of 346 examined trees in Poltava, representing 53.2 %, were affected. Out of them English tree (*Robinia pseudoacacia*) – 67 trees, making 36 % of total number of trees, Norway maple (*Acer platanoides*) – 69 trees, making 37.5 % of total number of trees Small-leaved linden (*Tilia cordata*) – 9 trees, making 4.9 %, European birch (*Betula pendula*) – 39 trees, making 21.2 % of total number of trees.

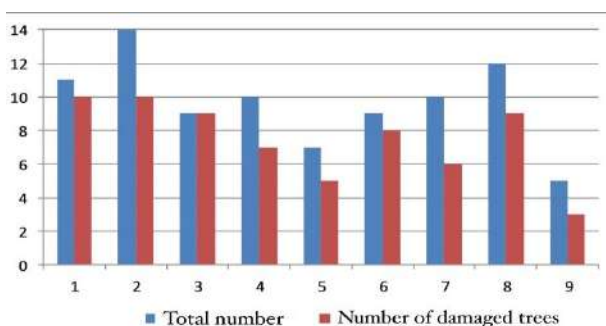
**Table 1**Degree of tree species infestation by mistletoe white (*Viscum album*) in the study areas of Poltava

Title	№ plot	District	Total number of trees	Number of trees affected by <i>Viscum album</i>	Degree of damage (%)	Number of trees from the total number (%)
English tree ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	1	Shevchenkivskiyi	11	10	11,5	91
	2		14	10	11,5	71,4
	3		9	9	10,3	100
	4	Kyivskiyi	10	7	8	70
	5		7	5	5,7	71,4
	6		9	8	9	89
	7	Podilskiyi	10	6	7	60
	8		12	9	10,3	75
	9		5	3	0,04	60
<b>In total:</b>			<b>87</b>	<b>67</b>	<b>77</b>	<b>77</b>
Norway maple ( <i>Acer platanoides</i> )	1	Shevchenkivskiyi	18	9	6,8	50
	2		14	9	6,8	64,2
	3		15	13	9,8	87
	4	Kyivskiyi	16	8	6	50
	5		14	7	5,3	50
	6		13	5	3,8	39
	7	Podilskiyi	13	7	5,3	54
	8		15	5	3,8	33,3
	9		14	6	4,5	43
<b>In total:</b>			<b>132</b>	<b>69</b>	<b>52,3</b>	<b>52,3</b>
Small-leaved linden ( <i>Tilia cordata</i> )	1	Shevchenkivskiyi	9	5	7	56
	2		10	7	9,9	70
	3		9	6	8,5	67
	4	Kyivskiyi	8	4	5,6	50
	5		6	2	4,2	33,3
	6		7	4	5,6	57,1
	7	Podilskiyi	7	4	5,6	57,1
	8		8	4	5,6	50
	9		7	3	2,8	43
<b>In total:</b>			<b>71</b>	<b>39</b>	<b>55</b>	<b>55</b>
European birch ( <i>Betula pendula</i> )	1	Shevchenkivskiyi	8	3	5,3	38
	2		7	1	1,8	14,3
	3		8	-	-	0
	4	Kyivskiyi	9	2	3,6	22,2
	5		5	1	1,8	20
	6		6	1	1,8	16,7
	7	Podilskiyi	5	1	1,8	20
	8		4	-	-	0
	9		4	-	-	0
<b>In total:</b>			<b>56</b>	<b>9</b>	<b>16,07</b>	<b>16,17</b>
<b>Total number:</b>			<b>346</b>	<b>184</b>		<b>53,2</b>

Source: Author's research.

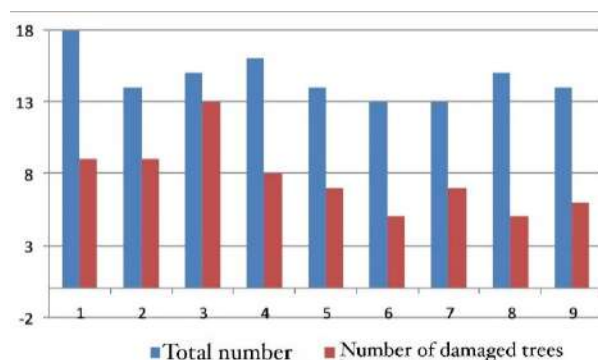
Thus, based on the data obtained, we can conclude that among tree plantations of Poltava there is a tendency of significant affection of trees by mistletoe white, which averages more than 53.2 %. General characteristic of the degree of *Viscum album* affection of tree plantations is presented in the figures (Fig. 2–4).

Based on the data of Fig. 2 it can be concluded that the greatest quantity of *Acacia pseudoacacia* trees was fixed on monitoring site № 2 – 14 trees (degree of invasion is 11,5 % and 2,9 % from total quantity of trees).



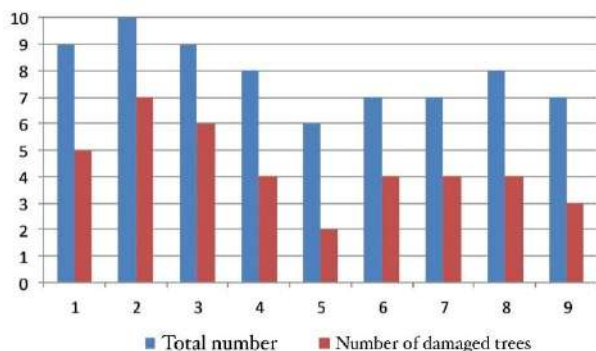
**Fig. 2.** General characteristics of the degree of *Viscum album* infestation of *Acacia pseudoacacia* at monitoring sites in Poltava

From data of Fig. 3 it may be concluded that the greatest number of plantations of Norway maple was observed on monitoring plot No. 1 (18 trees), the most affected were maples on monitoring plot No. 3 (the degree of their affection 9,8 % and 3,7 % of the total number of trees).



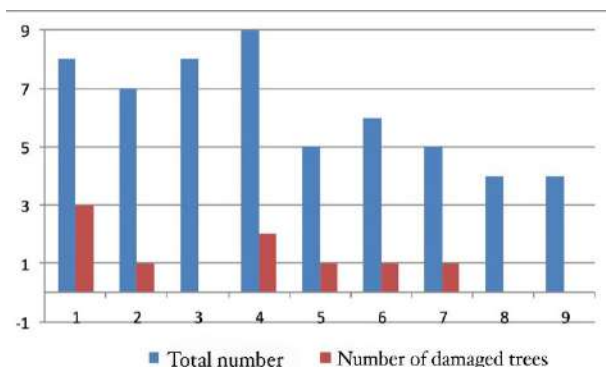
**Fig. 3.** General characteristics of the degree of *Viscum album* infestation in plantations of Norway maple (*Acer platanoides*) at monitoring sites in Poltava

Based on the data of Fig. 4 we can conclude that the greatest number of plantations of the floodplain European birch was observed at monitoring site No. 2 (10 trees), and the greatest number of affected trees was also recorded at this site. Their degree of infestation was 9.9 % and 2% of total dendroflora, respectively.



**Fig. 4.** General characteristics of the extent of damage to *Viscum album* of European birch (*Betula pendula*) at monitoring sites in Poltava

Based on these data of Fig. 5, we can conclude that the greatest number of green spaces is registered at monitoring plot No. 4 (9 trees), while the greatest number of diseased trees is registered at plot No. 1. The extent of their affection was 5.3 % and 0.8 % according to the total number of dendroflora.



**Fig. 5.** General characteristics of the extent of infestation of heartleaf linden (*Tillia cordata*) by *Viscum album* at monitoring sites in Poltava

After analyzing the data obtained on the degree of mistletoe colonization of the studied tree species (*Viscum album* L), we can conclude that, among the studied species, common acacia (*Robinia pseudoacacia*) is the most affected, 19.4 % of the total number of trees, while *Tillia cordata* – 2.6 %. In our opinion, this is explained by biological features of trees, namely the morphological structure of tree bark and their age, which primarily affects the germination rate of mistletoe white seeds on the tree. The nature of tree plant infestation by mistletoe white was assessed using a conventional 5-point scale (Table 2).

**Table 2**

Evaluation scale of tree damage by white mistletoe (*Viscum album* L)

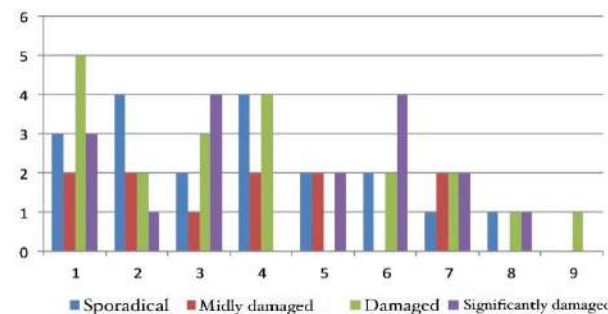
Degree of damage	Number of mistletoe cults on one tree	Degree of damage	Number of mistletoe cults on one tree
Sporadical	up to 5	Sporadical	up to 5
Moderately affected	5	Moderately affected	10
Severely affected	10	Severely affected	15
Heavily affected	15 and more	Heavily affected	15 and more

Source: [12].

We used this scale to determine the degree of infestation) of the studied tree species by mistletoe white (*Viscum album* L.).

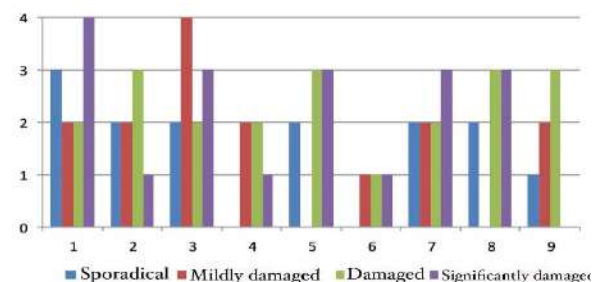
In the course of our research, we found that on the territory of the monitoring sites in Poltava among examined tree species the following trees were identified: 46 trees affected by white mistletoe alone, 58 trees affected moderately, 43 trees affected moderately, and 39 trees affected very badly. Among the surveyed tree species of Poltava, we found: 46 trees singly affected by white mistletoe, 58 trees affected, 43 moderately affected and 39 trees very affected. Of these, *Robinia pseudoacacia* was the most affected at 19.4 %, while *Tillia cordata* was the least affected at 2.6 % of the surveyed sites.

Overall, according to the assessment scale, the vast majority of trees at the study sites are in the affected category. A separate characterization of the degree of infestation of the studied tree species is given in the following diagrams (Figs. 6–9).



**Fig. 6.** Assessment of the degree of damage of *Viscum album* to plantations of common robinia (*Robinia pseudoacacia*) at monitoring sites in Poltava on an assessment scale

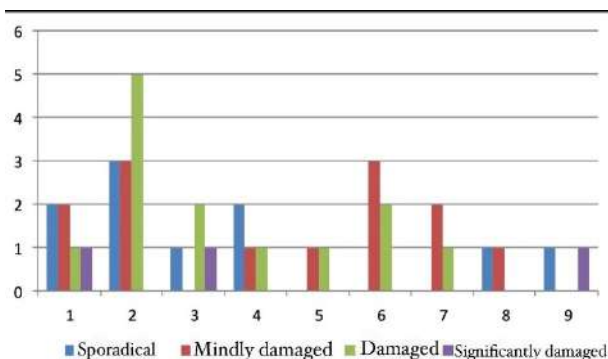
According to the diagram, affected trees of *Robinia pseudoacacia* occur most frequently at Site No.4 (4 trees), moderately affected – 2 trees at 1–7, affected at 1 (5 trees) and very affected – 4 trees at 3 and 6. In total, the greatest number of affected trees was 20 (Fig. 7).



**Fig. 7.** Assessment of *Viscum album* infestation degree of maple (*Acer platanoides*) plantations at monitoring sites of Poltava according to the assessment scale

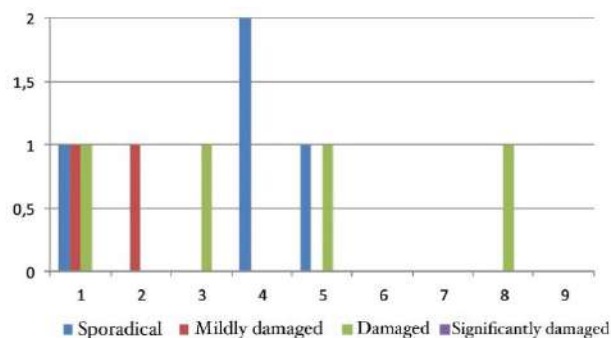
It was established from the diagram that among maple trees, 3 trees were the most severely affected at Research Site No. 1, 4 trees at Research Site No. 3 were moderately affected, 3 trees at Research Sites No. 2, 5, 8, 9 and very affected 4 trees at Research Site No. 1. Among the surveyed maple trees, 21 trees were the most affected.

Considering the data of the diagram (Fig. 8) we can conclude that among the trees of the species studied, the most singly affected individuals were found on the site number 2 (3 trees), moderately affected individuals were found on sites 2 and 6, affected on the site number 2 (5 trees) and very affected European birch trees (one tree) were found on the sites 1,3 and 9. In general, among the surveyed trees, the greatest number on the assessment scale fell into the category of moderately affected and affected trees, with an average of 13 specimens of each type.



**Fig. 8.** Assessment of the degree of *Viscum album* infestation in stands of *Betula pendula* at monitoring sites in Poltava using an assessment scale.

On the basis of data of Fig. 9 it was established that among examined linden trees the trees most singly infested by *Tillia cordata* were found on the monitoring plot № 4; moderately infested - one specimen per one tree was found on the sites № 1, 2; one infested tree was found on the sites № 1, 3, 5, 8 and very affected – none was met on the surveyed sites.



**Fig. 9.** Assessment of the degree of *Viscum album* infestation in heartleaf linden (*Tillia cordata*) stands at monitoring sites in Poltava on a scale of assessment

Thus, in the course of our research we found that the most affected tree species at the study sites were English tree (*Robinia pseudoacacia*), Norway maple (*Acer platanoides*), less affected European birch (*Betula pendula*) and less affected Small-leaved linden (*Betula pendula*).

Overall, at all monitored sites, the number of: single affected trees was – 13.3 %; moderately affected – 12.4 %; 16.8 % of diseased trees; very affected – 11.3 %.

Thus, among all the surveyed trees, the highest number of all diseased trees was 16.8 %, according to the evaluation scale. Based on the obtained data, we can make a comparative characteristic of the degree of infestation (*Viscum album* L.) of the main tree species of Poltava (Table 3).

**Table 3**

Comparative characteristic of the degree of damage (*Viscum album* L.) of the main tree species in Poltava

Name of the plant	Degree of damage to the total number of trees (%)		
	Shevchenkivskiyi District	Kyivskiyi District	Podilskiyi District
English tree ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	9	7	3,2
Norway maple ( <i>Acer platanoides</i> )	8,7	4	6,6
European birch ( <i>Betula pendula</i> )	6	3,2	2
Small-leaved linden ( <i>Tillia cordata</i> )	1,5	1,2	0,3
<b>Total number:</b>	<b>25,2</b>	<b>15,4</b>	<b>12,1</b>

Thus, we found that in Poltava, in accordance with the assessment scale, the level of damage by *Viscum album* L. to trees such as *Robinia pseudoacacia*, *Acer platanoides*, *Betula pendula*, *Tillia cordata* is in the category of affected trees. In addition, morphological features of the semi-parasite itself, namely the size and color of the leaves, can be used as a criterion for the degree of tree damage by mistletoe white [21, 24]. Thus, during our study, we found that the leaves of heavily infested tree species are dark green, large and succulent, while those of less infested species are, on the contrary, light green, closer to yellowish.

Active mistletoe control began just a few years ago. Unfortunately, there are few methods of combating mistletoe now. The simplest and most common method is the pruning of diseased branches or even whole trees. The type of pruning depends on the degree of infestation. If the tree has a significant number of branches but the trunk is healthy, the most effective method of sanitation is topping - removing the entire crown. It should be noted that the cut branches and parts of the trunk of the tree should be burned or taken to a designated area for further disposal. The affected branches should not be left to dry out; mistletoe survives for a long time. After pruning, the crown of the tree must not be completely symmetrical in order to avoid sudden changes in the pressure on the root system (wind and rainfall). To form a symmetrical crown, healthy branches can be pruned or the tree can be reinforced with reinforcing or keying techniques. In addition to the measures mentioned above, other methods of dealing with mistletoe are also suggested. When the first mistletoe leaves appear, for instance, these should be cut off along with the relevant section of the branch. This prolongs the life of the tree because it is not possible to defeat a five to seven-year-old plant by simply removing it: mistletoe spreads in the crown. They have also tried to combat it with chemicals but this has had a negative effect on the tree. A comprehensive programme must therefore be

implemented, ranging from prevention to short-term crown formation (although even this does not last long), because once the branches have been removed, the tree spends its reserves for further growth and the earlier they appear, the mistletoe penetrates the tree more quickly. Therefore it is important to introduce a monitoring programme for the timely inspection and removal of mistletoe, and to plant trees that are resistant to the disease.

To date, mistletoe is destroying Ukrainian trees at a geometric rate. It is impossible to remain indifferent to this problem. In recent years, the mistletoe infestation has become an ecological disaster. Therefore, the fight against mistletoe should not be spontaneous, but organized and consistent.

## Conclusions

Studies have shown that recently in biotopes of Poltava city there is a negative trend of mistletoe white (*Viscum album* L.) infestation of deciduous trees. Among researched areas greenery plantations of Shevchenkivskiy district are the most affected (25.2 %), greenery plantations of Podilskiy district (12.1 %) are the least affected. In our opinion, the reason for this is different species composition of the green areas. In particular, *Robinia pseudo-acacia* and *Acer platanoides* dominate in green spaces in Shevchenkivskiy district. These trees have very cracked bark, which in turn positively affects the degree of mistletoe white seed infestation.

A significant process of infestation of street trees can be explained by significant anthropogenic pressures on them, namely a high degree of technogenic impact, soil contamination with heavy metals, dry urban air, mechanical damage, which in turn weakens their immunity and reduces resistance to pests, diseases and semi-parasites. In our opinion, one of the main reasons of mistletoe affection of park plantations is close proximity of infected and healthy trees, which is aggravated by significant anthropogenic pressure and selectivity of the parasite to predominant trees in the dendroflora. Today, this problem in Poltava city has become so widespread that if sufficient preventive measures are not taken now and effective projects to control this semi-parasite are not developed and implemented, the only solution to this problem will be mass felling of green spaces of the urban ecosystem after some time.

## Conflict of interest

The authors state that there is no conflict of interest.

## References

- Dorworth, C. E. (1989). European Mistletoe (*Viscum album* subsp. *album*) in Canada. *Plant Disease*, 73(5), 444. <https://doi.org/10.1094/pd-73-0444e>
- Chandra, A. (2014). Infestation of *Viscum Album* Linn. on *Robinia Pseudo-Acacia* Linn. *Indian Journal of Forestry*, 37 (3), 289–290. <https://doi.org/10.54207/bsmps1000-2014-r7w9w6>
- Gołabek, E., & Sławiński, J. (2017). The infestation degree of trees with common mistletoe *Viscum album* L. and their health status (on the Example of Praszka City). *Journal of Ecological Engineering*, 18 (6), 80–85. <https://doi.org/10.12911/22998993/76831>

- Nienartowicz, A., Rutkowski, L., Kamiński, D., & Kunz, M. (2021). Occurrence of *Viscum album* subsp. *album* L. on *Laburnum anagyroides* Medik. in Toruń, Poland. *Ecological Questions*, 33 (1), 1–7. <https://doi.org/10.12775/eq.2022.005>
- Thomas, P. A., Dering, M., Giertych, M. J., Iszkuło, G., Tomaszewski, D., & Briggs, J. (2022). Biological Flora of Britain and Ireland: *Viscum album*. *Journal of Ecology*, 111 (3), 701–739. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.14036>
- Razumova, S. T. (2013). *Plant ecology with the basics of botany and physiology: Lecture notes*. Odesa.
- Tslyuriyk, A., & Bodiaka, V. (2007). Biological, ecological and morphological properties of mistletoe and its usefulness. *Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 113, 283–289.
- Noryskiewicz, A., & Noryskiewicz, B. (2017). Remarks on pollen representation of Mistletoe (*Viscum album* L.). *Ecological Questions*, 26, 19. <https://doi.org/10.12775/eq.2017.011>
- Viscum album*. (1950). *Der Merkurstab*. <https://doi.org/10.14271/dms-10384-de>
- Viscum album* Linn. (n.d.). *SpringerReference*. [https://doi.org/10.1007/springerreference\\_69689](https://doi.org/10.1007/springerreference_69689)
- Tubeuf, C. (1922). Kap. 5. Die gegenwärtige geographische Verbreitung der Mistel, *Viscum album*. In *Monographie der Mistel* (pp. 87-364). Berlin, Boston: Oldenbourg Wissenschaftsverlag. <https://doi.org/10.1515/9783486747416-006>
- Taran, N. Y. (2007). Physiological substantiation of methods for preventing the spread and control of mistletoe in forest park landscapes. Kyiv: Lenvit.
- Ivchenko, A. I., Bozhok, O. P., Paczura, I. M., Kolyada, L. B., Bozhok, V. O., & Ivchenko, A. I. (2014). Features of the organization of effective struggle against mistletoe. *Scientific Bulletin of UNFU*, 24 (5), 12–18.
- Weissenstein, U. (2019). *Viscum album* and immunotherapy. *Phytomedicine*, 61, 6. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2019.09.129>
- Regulatory options for *Viscum album* preparations. (2007). *Phytomedicine*, 14, 7. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2007.07.006>
- Lyu, S. Y., Park, S. M., Choung, B. Y., & Park, W. B. (2000). Comparative study of Korean (*Viscum album* var. *coloratum*) and European mistletoes (*Viscum album*). *Archives of Pharmacological Research*, 23 (6), 592–598. <https://doi.org/10.1007/bf02975247>
- Medved, N. A., Veselsky, S. P., & Garnyk, T. P. (2020). The phytochemical profile and therapy potential of *Viscum album* L. (Literature review). *Fitoterapia*, 1 (1), 40–45. <https://doi.org/10.33617/2522-9680-2020-1-40>
- Viscum album* Linn. – Valuable Anticancer Herbal Drug. (2014). *Herbal Drugs as Therapeutic Agents*, 160–164. <https://doi.org/10.1201/b17334-19>
- Biegel, U., Stratmann, N., Knauf, Y., Ruess, K., Reif, M., & Wehrend, A. (2017). Postoperative adjuvante Therapie mit einem Mistelextrakt (*Viscum album* ssp. *album*) bei Hündinnen mit Mammatumoren. *Complementary Medicine Research*, 24 (6), 349–357. <https://doi.org/10.1159/000485228>
- Barannik, V. O., Verheles, Y. I., & Rubalka, I. O. (2010). Metric model for predicting the dynamics of mistletoe population in the urban landscape. *Scientific and Technical Digest of Kharkiv National Academy of Urban Economy. Series "Technical Sciences and Architecture"*, 93, 392–396.
- Matusiak, M. V. (2019). Biological and ecological features of the spread of white mistletoe (*Viscum album* L.) in the city of Vinnytsia. *Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine. Series "Ecology and Environment"*, 29 (8), 66–69.
- Razanov, S., & Nedashkivskiy, V. (2019). Overspreading of *Viscum album* L. On honey plants in the conditions of Vinnytsia region. *Agriculture and Forestry*, 195–202. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2019-3-4-16>
- Kucheriavyi, V. P. (2008). *Landscaping of settlements. Textbook. Edition 2*. Lviv: Svit.
- Rumiankov, Y. O. (2010). Degree of damage to *Viscum album* L. species of the genus *Celtis* L. in the plantations of the National Dendrological Park «Sofiivka» of NAS of Ukraine. *Indigenous and Introduced Plants*, 6, 42–45.

## ORCID

- V. Pysarenko  <https://orcid.org/0000-0002-0184-3929>  
M. Pishchalenko  <https://orcid.org/0000-0001-8954-8256>  
O. Barabolia  <https://orcid.org/0000-0002-5563-8445>  
O. Krasota  <https://orcid.org/0000-0003-3082-1363>



© 2023 Pysarenko 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.

## Energy efficiency of production of livestock products of a small enterprise within the limits of the system of parameters and norms of technological and technical solutions

V. Marchenko | O. Trishin | E. Chyhrynov | S. Drozdov | V. Petrash | A. Tkachov | V. Ponomareva

### Article info

Correspondence Author  
V. Marchenko  
E-mail:  
[vlsnitv8@gmail.com](mailto:vlsnitv8@gmail.com)

Institute of Animal Science  
of the National Academy  
of Agrarian Sciences of  
Ukraine,  
str. Tvarinnykiv 1A,  
Kharkiv, Ukraine

**Citation:** Marchenko, V., Trishin, O., Chyhrynov, E., Drozdov, S., Petrash, V., Tkachov, A., & Ponomareva, V. (2023). Energy efficiency of production of livestock products of a small enterprise within the limits of the system of parameters and norms of technological and technical solutions. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 72–78. doi: 10.31210/spi2023.26.02.13

Data on the current state of development of cattle breeding of various types of farms in retrospect from 1990 to the present are given. Cow herds, average annual milk yield from one cow, gross milk production in general and by categories of producers are presented. Based on the monitoring and analysis of production and organizational indicators of more than 50 farms, including small ones (up to 10 cows), the main elements that characterize them were determined. Accordingly, a version of the technology of tethered keeping of cows with elements of production organization within the parameters is disclosed. The harvesting conditions, the use of fodder crops, the necessary amount of fodder to ensure the given productivity of technological groups are shown. The size of the fodder fund of the farm as a whole, taking into account the insurance reserve, is determined. Also presented is a system for streamlining the structure of fodder crop sown areas and makes it possible to use land resources more efficiently. Evaluation and modeling of energy efficiency of production were carried out using the example of a pilot project for 20 cows with an annual productivity of 7000 kg to 9000 kg of milk per head. Calculated structure of energy content of products by species – milk, live weight of culled animals, growth of reared animals, obtained offspring. The energy content of excrement and bedding is taken into account. It is calculated that the largest share in the structure of the energy content of products suitable for food belongs to the energy content of produced milk - 86.8–89.4 %, and since it is the most influential factor on the energy efficiency coefficients of the main and general products, the functional dependence of the energy content of products on fat is determined in milk and the relationship between the coefficients of energy content of products and milk fat. The impact of changes in the quality (fat content of culled livestock and animals from which they receive an increase) of other types of products on the energy costs of production is calculated. The established functional dependencies make it possible to form the key elements of interrelationships of the livestock production system, taking into account the specifics of a specific system of parameters, to determine the energy efficiency of technological processes and to effectively influence the use of all types of resources.

**Keywords:** energy consumption, milk, technology parameters, productivity, product quality.

## Енергоефективність виробництва продукції скотарства невеликого підприємства у межах системи параметрів і нормативів технологічних та технічних рішень

В. А. Марченко | О. К. Трішин | Є. І. Чигринов | С. Є. Дроздов | В. С. Петраш | А. В. Ткачов | В. В. Пономарьова

Інститут тваринництва  
Національної академії  
аграрних наук України,  
м. Харків, Україна

Наведено дані сучасного стану розвитку скотарства різних типів господарств у ретроспективі з 1990 року і по теперішній час. Представлені поголів'я корів, середній річний удій молока від однієї корови, валове виробництво молока в цілому і по категоріях виробників. На основі проведеного моніторингу і аналізу виробничо-організаційних показників понад 50 господарств, у тому числі малих (до 10 корів) визначені головні елементи, якими вони характеризуються. Відповідно цьому розкрито варіант технології прив'язного утримання корів з елементами організації виробництва у межах параметрів. Показані умови заготівлі, використання кормових культур, необхідна кількість кормів для забезпечення заданої продуктивності технологічних груп. Визначений розмір фуражного фонду ферми в цілому з урахуванням страхового запасу. Також представлено систему для упорядкування структури посівних площ кормових культур, що дає змогу більш ефективно використовувати земельні ресурси. Проведені оцінка і моделювання енергоефективності виробництва на прикладі пілотного проекту на 20 корів з річною продуктивністю від 7000 кг до 9000 кг молока на голову. Обчислена структура енерговмісту продукції за видами - молоко, жива маса вибракуваних тварин, приріст тварин, що вирощуються, отриманого приплоду. Ураховані енерговміст екскрементів і підстилки. Розраховано, що найбільша частка в структурі енерговмісту продукції, придатної для харчування належить енерговмісту виробленого молока – 86,8–89,4 %, і оскільки воно є найбільш впливовим чинником на коефіцієнти енергетичної ефективності основної і загальної продукції визначені функціональні залежності енерговмісту продукції від жиру в молоці та взаємозв'язок коефіцієнтів енерговмісту продукції і жиру молока. Розраховано вплив зміни якісних (вгодованість вибракуваної худоби і тварин, від яких отримують приріст) показників інших видів продукції на енерговитрати виробництва. Установлені функціональні залежності дають змогу формувати ключові елементи взаємозв'язків системи виробництва продукції скотарства з урахуванням особливостей конкретної системи параметрів, визначати енергоефективність технологічних процесів і ефективно впливати на використання усіх видів ресурсів.

**Ключові слова:** енерговитрати, молоко, параметри технології, продуктивність, якість продукції.

**Бібліографічний опис для цитування:** Марченко В. А., Трішин О. К., Чигринов Є. І., Дроздов С. Є., Петраш В. С., Ткачов А. В., Пономарьова В. В. Енергоефективність виробництва продукції скотарства невеликого підприємства у межах системи параметрів і нормативів технологічних та технічних рішень. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 72–78.



## Вступ

Ефективність діяльності галузі скотарства забезпечується системою виробництва необхідної кількості продукції харчування на основі створення раціональної структури господарювання. В умовах сьогодення це є складним завданням на перспективу і актуальним у будь-який час, оскільки існуючі дрібні господарства здебільшого є мало конкурентними як за якістю продукції, так і за технологічними процесами, які супроводжують її виробництво. Водночас все сильніше на виробничі процеси впливають вимоги щодо підвищення енергоефективності виробництва такої продукції. Вітчизняний та зарубіжний досвід показує, що кооперування у використанні сільськогосподарської техніки, крім значної економії коштів на інвестиції у нову техніку та поточні витрати на її експлуатацію і ремонт, дає можливість невеликим підприємствам такого типорозміру використовувати техніку та технології, які забезпечують заощадження власних ресурсів [4, 13–15].

Попередні дослідження технологій виробництва молока для малих (з поголів'ям 20 і 50 корів) підприємств дозволили розробити їх організаційно-виробничі параметри за умов фіксовано високої (8000 кг молока на корову в рік) продуктивності і дати оцінку економічної ефективності [4, 11, 12]. Проте, в умовах фактичних реалій сьогодення оптимізація економічної складової технологічних рішень не є оптимальною з точки зору енергоефективності виробництва і особливо з урахуванням її якості. Таким чином, у межах заданих параметрів, не можливо без знання і урахування закономірностей формування енергоефективності технологічних процесів виробництва створити в кожному конкретному випадку енергоефективну, інвестиційно привабливу технологію виробництва продукції необхідної якості [11, 17].

Проведені дослідження були спрямовані на встановлення закономірності формування енергоефективності технологічних процесів виробництва продукції скотарства в умовах визначених параметрів для різних рівнів продуктивності і з урахуванням якості продукції. Вони сприятимуть економії ресурсів (у тому числі матеріальних, трудових). Енергоефективні технологічні процеси будуть стимулювати підвищення прибутковості галузі тваринництва в цілому, що стане передумовою для залучення інвесторів і створення нових робочих місць. На цій основі створюються умови відродження вітчизняного

молочного скотарства, його сталий розвиток за умов забезпечення виробництва продукції високої якості у невеликих господарствах.

Визначення напрямів подальшого удосконалення або принципів побудови окремих, найбільш вагомих технологічних процесів при виробництві продукції скотарства проведено на основі моделювання та маржинального аналізу економії витрат ресурсів за їх видами для існуючих умов з урахуванням залежності змін якості продукції для підвищення енергоефективності виробництва [1, 2, 7, 8].

## Мета дослідження

Мета дослідження – з'ясувати особливості формування енергоефективності виробництва продукції скотарства невеликого підприємства у межах системи параметрів і нормативів технологічних та технічних рішень.

## Матеріали і методи

Для досягнення мети роботи за різними методами (економіко-статистичний, економіко-математичний, експедиційних обстежень, моделювання та ін.) з використанням методики біоенергетичної оцінки технологій виробництва продукції, а також офіційної звітності проведено моніторинг, аналіз та вивчення складових виробничого процесу в умовах прив'язного і безприв'язного способів утримання великої рогатої худоби [1, 6–10, 18, 19].

Інспекційне обстеження ОСГ виробників молока (ТОВ агрофірма «Добробут», «Волочиськ-Агро», «Мусіївське», «Полтава-Зернопродукт», АФ ім. «Довженка», вивчення інформації та даних Державної служби статистики України дозволили оцінити валове виробництво, сучасний стан, якість продукції, обґрунтувати особливості формування системи параметрів і нормативів технологічних та технічних рішень виробництва продукції скотарства підприємств невеликого типорозміру (дрібних виробників) [1, 2, 4, 7, 10–13, 17].

## Результати та їх обговорення

Сучасний стан галузі тваринництва і зокрема скотарства, характеризується стійкою тенденцією до погіршення. Офіційні статистичні дані підтверджують те, що загальна чисельність корів скорочується, вал молока зменшується (рис. 1 і 2).

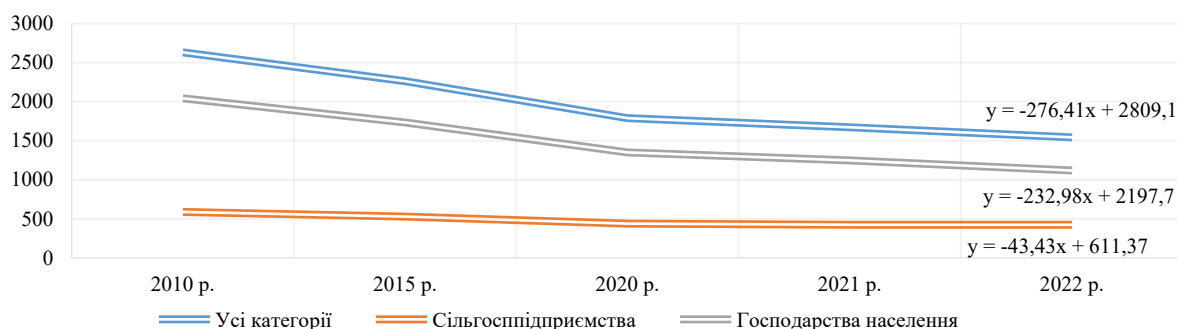
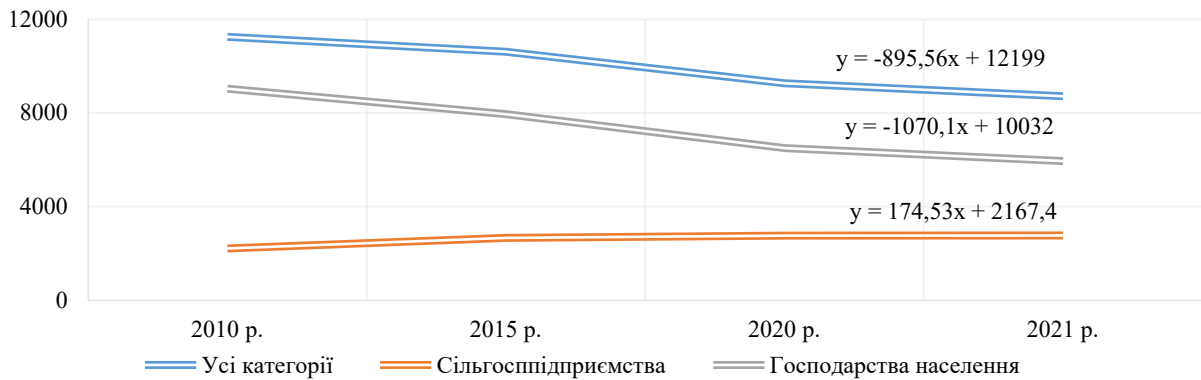


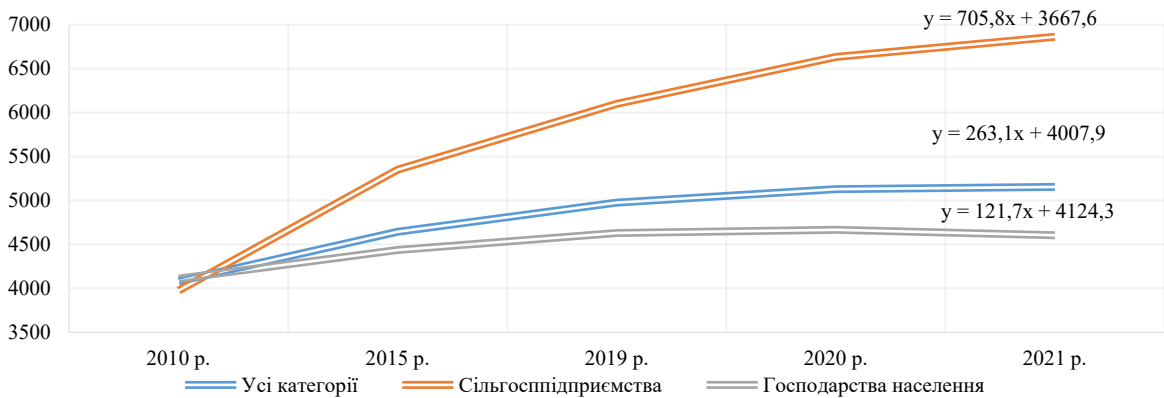
Рис. 1. Поголів'я корів у різних категоріях господарств, тис. гол.



**Рис. 2.** Виробництво молока у різних категоріях господарств, тис. т

Так було не завжди. Ось чому слід відмітити, що за період з 1990 року і до нині структура чисельності поголів'я корів по категоріях господарств кардинально змінилася. Якщо у 1990 році з 8378,2 тис. корів 73,9 % утримували сільськогосподарські підприємства, а решту (26,1 %) домогосподарства, то у 2000 році з 4958,2 тис. корів тільки 37,3 % належало сільськогосподарським підп-

приємствам, а на теперішній час із 1544,0 тис. корів їх частка становить лише 27,5 %. Оскільки 72,5 % належить дрібним товаровиробникам, вони істотно впливають на кінцевий результат забезпечення населення продуктами харчування і ефективність роботи цієї категорії на перспективу стає визначальною. Це підтверджують дані продуктивності корів різних категорій виробників (рис. 3).



**Рис. 3.** Середній річний удій молока від однієї корови, кг

Так, продуктивність корів за період 2010–2021 рр. в середньому по галузі зростає на 263 кг/рік, але темпи підвищення удою молока від однієї корови по категорії дрібних господарств у 2,1 рази нижчі.

Вивчення матеріалів світової практики показало, що потужність молочних ферм та технологій виробництва молока, які на них застосовуються, визначаються відповідно як розміром наявних земельних угідь, так і соціально-економічними умовами і особливостями країни [1, 14–16, 20]. В реаліях нашої держави обґрунтування системи параметрів технологічних та технічних рішень базується на принципах мінімізації визначальних умов, які негативно впливають на процес виробництва. Проведений моніторинг і аналіз виробничо-організаційних показників понад 50 господарств з їх структурними підрозділами – такими як відділення чи окремі ферми (у тому числі дрібні до 10 корів близько 20 ферм) визначив головні елементи, якими вони характеризуються. Серед основних – це ресурсна база – засоби виробництва для обслуговування тварин, у тому числі

приміщення для утримання худоби, техніка та обладнання, інвентар, система кормозабезпечення (корми за видами тощо).

Технологічне рішення з варіантом прив'язного утримання, яке передбачене проектом ферми на 20 корів обумовлене тим, що організація виробничого процесу базується на реконструкції типового приміщення для утримання корів. Відповідно до цього варіанту виробничого процесу корови і нетелі цілорічно знаходяться на автоматичній прив'язі-відв'язі. Основою несучої конструкції прив'язі є труба діаметром 76 мм. Вона забетонована в підлогу на глибину до 50 см і є жорсткою підставою. Верхня труба (брус над холкою) має діаметр 40 мм. Вона стійка до деформацій, оскільки несе основне навантаження при прив'язі худоби. На ній же розташовуються гачки для фіксації ланцюга прив'язі і встановлено механізм для відв'язування. Нижня труба – пов'язує стійлове обладнання в цілісну систему і до неї кріпиться ланцюг прив'язі тварини. Можливість прогулянки тварин влітку на вигульно-годівельних

майданчиках передбачається. Для отелення корів і нетелей у приміщенні корівника обладнано пологовий денник. Новонароджені телята знаходяться у деннику до 10–12 годин з підсосом материнського молозива. В подальшому молодняк утримують до 10–20-денного віку в секції на змінній солом'яній підстилці після чого переводять на прив'язь. Приміщення обладнано кормовим столом шириною не менше 4 м для можливості проїзду шинки з навісним обладнанням для годівлі тварин сіном. Зокрема для навантаження і роздавання кормів на кормовий стіл використовується навантажувач кормів типу ПЕ–0,8 та кормороздавач РМ–Ф–6. Годівля телят здійснюється з індивідуальних годівниць за нормою в залежності від статево-вікової групи. Для доїння корів використовується переносний доїльний апарат «АИД–1» із подальшим збиранням молока в танк охолоджувач. Для видалення гною застосовують ланцюгові (ТСН) горизонтальний та похилий транспортери з вивантаженням у причіп типу 2 ПТС–4М.

У відповідності до мети і завдань щодо її досягнення були встановлені наступні обмеження вихідних параметрів виробництва та технологічного процесу: рівномірне виробництво товарної продукції – молоко, приріст, вибракувана худоба; середньорічна чисельність корів – 20 голів; річна продуктивність корів 7000–9000 кг молока на голову, вміст жиру в молоці 3,8–4,2 %; структура стада – корови – 47,8–44,0 %; нетелі – 7,9–7,1 %; телиці старше року – 14,4–15,5 %; телиці до року – 27,5–29,7 %; бугайці до року – 2,4–3,7 %; бракування і заміна основного стада за рахунок власного вирощування ремонтних телиць на рівні 20–25 %; спосіб утримання худоби – прив'язний; вирощування та відгодівля бугайців у господарстві не передбачається (реалізація телят в молочний період у віці 1–2 місяці); вік першого осіменіння телиць живою масою 1 голови 380–400 кг у 15–16 місяців; середньодобові прирости телиць до року 750 г, старше року – 700 г; відхід молодняку до 5 %. Загальна потреба в скотомісцях на фермі становить 48–50 місць.

Вихідні дані для визначення енерговитрат на виробництво продукції молочного скотарства – затрати на корову зі шлейфом: праця – 200 люд.-год.; електроенергія – 600–650 кВт-год. Енергетичні еквіваленти інших ресурсів – згідно відомих довідкових величин [2, 9, 10].

Розрахунками, на прикладі пілотного підприємства з чисельністю поголів'я великої рогатої худоби 40–48 голів (20 корів) і середньою продуктивністю 8000 кг на корову встановлено, що щільність середньорічного поголів'я на власній кормовій базі на 100 га становить – великої рогатої худоби – 51,5 голів, у т. ч. корів – 24,7 голів.

Для забезпечення необхідних рівнів продуктивності розроблені річні норми заготівлі і витрат кормів та їх структури для корів і ремонтних телиць в залежності від їх продуктивності [3, 4, 8, 13, 17]. Для одержання надоїв 8000 кг молока потреба в заготівлі кормів на корову в рік становить 86,6 ц кормових одиниць. При цьому, тип годівлі корів і молодняку великої рогатої худоби спрямований на збільшення в

раціонах тварин витрат комбікормів, сіна і стабілізації витрат сінажу та силосу, у складі яких збільшується частка силосу із суміші посівів кукурудзи з сорго або соєю, сінажу із багаторічних трав та зерносінажу із однорічних зернофуражних культур, зменшення зелених кормів і соломи [16, 19–22]. Використання концентрованих кормів – тільки у вигляді комбікормів, які за складом повинні відповідати потребам фізіологічного стану корів та певних статево-вікових груп молодняку ВРХ, бути повноцінними та забезпечувати задану продуктивність корів та ремонтних телиць. У складі комбікормів за масою на частку зерна повинно приходиться не більше 80 % та 20 % становлять добавки. Із всієї кількості зерна для виготовлення комбікормів по 30 % за поживністю займають кукурудза, ячмінь і пшениця та 10 % – горох, а у добавках не менше 50 % повинні займати високобілкові компоненти (шрот, макуха і ін.). Згодовування усіх видів кормів, включаючи і комбікорми, повинно бути у складі повнораціонних кормосумішей, які забезпечують повну потребу тварин у поживних речовинах в залежності від їх продуктивності, фізіологічного стану, періоду лактації та статево-вікового складу. Визначений розмір фуражного фонду ферми в цілому з урахуванням страхового запасу – по концентратах – 8–10 %, соковитих та грубих кормах – до 15 %.

Загальна потреба в кормах за поживністю для такого господарства повинна складати 264,3 тонн кормових одиниць, з яких в натурі необхідно заготувати: комбікормів – 94,1 тонн, силосу – 147,4 тонн, сіна багаторічних трав – 53,1 тонн, сінажу багаторічних трав – 49,8 тонн та зелених кормів – 260,3 тонн.

Досвід експлуатації невеликих скотарських ферм доводить, що досягнення необхідних показників виробництва продукції і продуктивності худоби, перш за все, лімітується кормозабезпеченістю та повноцінністю годівлі тварин. У зв'язку з цим виникає потреба перегляду традиційних систем виробництва, заготівлі і використання кормів, коли при виробництві продукції молочного скотарства повинна забезпечуватися повноцінна та рівномірна годівля тварин впродовж усього року [23, 24, 26].

Збільшенню кормозабезпечення, нарощуванню обсягів та підвищенню ефективності виробництва молока і яловичини сприяє широке впровадження інтенсивної системи виробництва і використання кормів, що включає: вирощування найбільш високоврожайних кормових культур; збирання їх у фазах максимального накопичення поживних речовин; приготування високоякісного силосу, сінажу, сіна, які у поєднанні з концентратами будуть становити основу раціонів корів і молодняку впродовж усього року; організацію стабільної повноцінної годівлі згідно з деталізованими нормами, незалежно від пори року, з використанням влітку у вигляді білково-вітамінної добавки до основного раціону зеленої маси (не більше 20 кг маси на добу), питома вага яких у річному раціоні корів повинна складати не більш 7–10 %, у літніх же раціонах – на рівні 20 % за поживністю. У разі освоєння такої системи складаються умови для упорядкування структури

посівних площ кормових культур. Замість великого набору культур зеленого конвеєра, у кормовому кліні питома вага багаторічних трав займає до 65–70 %, посіви кукурудзи на силос доводяться до 30–35 %.

Така система дає змогу без додаткових витрат з одних і тих же площ посіву, за рахунок збирання кормових культур в оптимальні фази вегетації, збільшити на 25–30 % збір поживних речовин з гектара кормової площі, підвищити загальний рівень та повноцінність годівлі тварин і на цій основі на 15–20 % збільшити їх продуктивність, обсяги виробництва молока та, що особливо важливо, ліквідувати сезонність їх реалізації.

Намічені розміри кормозабезпечення, чисельності поголів'я тварин і їх продуктивності дають змогу одержувати вал молока до 140–180 тонн. З урахуванням його випоювання телятам, розмір реалізації молока буде становити 132–169 тонн або 94 % від валового виробництва. Такою ж буде і товарність у разі повної реалізації.

Розрахунки показали, що у підприємстві з чисельністю поголів'я великої рогатої худоби 40–50 голів (20 корів у межах параметрів продуктивності 7000–9000 кг на голову) річні загальні затрати сукупної енергії на виробництво продукції (молоко, приріст, жива маса) коливаються від 16969 ГДж до 21192 ГДж або 848–1060 ГДж на корову зі шлейфом. За структурою загальні затрати сукупної енергії такі: 6,8–5,5 % – на відтворення стада (828,1 ГДж), 6,2–5,1 % – від основних засобів виробництва (758,0 ГДж), 2,0–1,6 % – від оборотних засобів виробництва без кормів і підстилки (238,7 ГДж). Сукупна енергія прямих і непрямих затрат праці – 1,4–1,2 % (172,5 ГДж), Сукупна енергія, уречевлена в кормах і підстилці має найбільшу частку – 83,7–86,7 % (10230–12977 ГДж).

Визначено, що енерговміст продукції, виробленої у межах обґрунтованих технологічних параметрів і безпосередньо придатної для вживання при зростанні продуктивності збільшується від 570 ГДж до 693 ГДж. Структуру наведено в таблиці 1.

**Таблиця 1**

Структура енерговмісту продукції за видами, ГДж

Енерговміст:	Продуктивність корів, кг/рік		
	7000	8000	9000
отриманого молока (за вмісту жиру 3,8 %)	429,8	491,2	552,6
живої маси вибракуваних тварин	44,0	44,0	44,0
отриманого за рік приплоду	2,9	2,9	2,9
приросту маси тварин, що вирощуються	18,6	18,6	18,6
продукції, придатної для харчування	495,3	556,7	618,1
екскрементів тварин	2541,3	2824,4	3203,2
підстилки	0,9	0,9	1,0
усієї продукції	3037,5	3382,0	3822,3

Установлено, що найбільша частка в структурі енерговмісту продукції, придатної для харчування належить енерговмісту виробленого молока – 86,8–89,4 %, тобто виробництво саме цього виду продукції

найбільше впливає як на коефіцієнт енергетичної ефективності продукції придатної для харчування, так і загальної продукції.

Для визначення залежності змін енерго-ефективності виробництва продукції від енерговмісту молока, а саме його якісної характеристики (жиру) в середовищі MS Excel було створено алгоритм проведення маржинального аналізу [8]. За окремими видами енерговитрат, у межах встановлених техніко-виробничих параметрів, для продуктивності від 7000 кг до 9000 кг на корову в рік з інтервалом зростання вмісту жиру молока на 0,1 % (від 3,8 % до 4,2 %) обчислені закономірності змін енерговмісту продукції. Лінійні залежності дозволяють кількісно оцінити їх величину. Установлено, що для будь-якого вмісту жиру в молоці зростання продуктивності супроводжується збільшенням і енерговмісту продукції придатної для харчування, і енерговмісту всієї продукції. Так, в середньому результатом зростання продуктивності на кожні 1000 кг є збільшення такого енерговмісту на 61–65 ГДж (5,2 %) і 392–396 ГДж (1,0 %) відповідно і у залежності від вмісту жиру в молоці (табл. 2).

**Таблиця 2**

Функціональні залежності енерговмісту продукції від вмісту жиру в молоці

Вміст жиру у молоці (X), %	Енерговміст продукції, придатної для харчування (Y), ГДж	Енерговміст всієї продукції із врахуванням сполученої (Y), ГДж
3,8	$y = 61,4x + 433,89$	$y = 392,41x + 2629,1$
3,9	$y = 62,2x + 438,69$	$y = 393,21x + 2633,9$
4,0	$y = 63,0x + 443,49$	$y = 394,01x + 2638,7$
4,1	$y = 63,8x + 448,29$	$y = 394,81x + 2643,5$
4,2	$y = 64,6x + 453,09$	$y = 395,61x + 2648,3$

За умов зміни вмісту жиру в молоці у вищезазначених межах коефіцієнти енергетичної ефективності продукції придатної для харчування і загальної продукції також змінюються в бік покращення в наступній залежності (табл. 3).

**Таблиця 3**

Взаємозв'язок коефіцієнтів енерговмісту продукції і жиру молока

Вміст жиру у молоці (X), %	Коефіцієнт енергетичної ефективності продукції, придатної для харчування (Y), %	Коефіцієнт енергетичної ефективності загальної продукції (Y), %
3,8	$y = 0,0385x + 4,0308$	$y = 0,3422x + 24,499$
3,9	$y = 0,0397x + 4,0757$	$y = 0,3433x + 24,544$
4,0	$y = 0,0408x + 4,1206$	$y = 0,3445x + 24,589$
4,1	$y = 0,0419x + 4,1655$	$y = 0,3456x + 24,634$
4,2	$y = 0,0431x + 4,2104$	$y = 0,3468x + 24,679$

Отже, у межах продуктивності від 7000 кг до 9000 кг молока на корову в рік в середньому із зростанням вмісту жиру в молоці від 3,8 % до 4,2 % обидва коефіцієнти покращуються на 0,05 %. Таким чином доведено, що як підвищення продуктивності, так і поліпшення якості молока має невеликий позитивний ефект.

Для таких же рівнів продуктивності встановлено вплив зміни якісних показників інших видів продукції на енерговитрати виробництва. Визначені залежності

свідчать про те, що зниження категорії вгодованості на кожну наступну позицію (вища-середня-нижче середньої-худа) худоби, яку вибракувано з основного стада і при одержанні приросту за рахунок її вирощування, впливає на коефіцієнт енергетичної ефективності основної частини продукції і коефіцієнт енергетичної ефективності загальної продукції – зменшення в інтервалі 0,05–0,07 %. Негативний ефект спостерігається і при збільшенні на кожні 10 % чисельності вводу до основного стада ремонтних телиць – коефіцієнт енергетичної ефективності загальної продукції погіршується на 0,3 %.

Обґрунтовані залежності дають змогу формувати основні елементи взаємозв'язків системи виробництва продукції скотарства у межах параметрів малого підприємства. Моделювання виробництва продукції з використанням рівнянь залежності її енерговмісту від якісних характеристик створює умови кількісно оцінювати енергетичну складову технологічних процесів при виробництві молока і яловичини відповідно кожному виду ресурсів. Воно має практичне значення, оскільки створення енерго-ефективних технологічних процесів стимулює підвищення прибутковості функціонування невеликих підприємств і галузі тваринництва в цілому.

## Висновки

1. Визначено, що основна частка у структурі енерговмісту продукції, придатної для харчування належить енерговмісту виробленого молока – 86,8–89,4 %. Цей факт свідчить про те, що вироблене молоко у підприємствах невеликого типорозміру є найбільш впливовим чинником, як на коефіцієнт енергетичної ефективності продукції придатної для харчування, так і загальної продукції.

2. Доведено, що як підвищення продуктивності, так і поліпшення якості продукції (молоко, приріст) має позитивний ефект на енерговитрати її виробництва. Обидва коефіцієнти енергетичної ефективності покращуються на 0,05 %.

3. Створена система комп'ютерної оцінки енергетичної ефективності виробництва продукції скотарства в умовах малого підприємства на практиці дозволяє з урахуванням особливостей конкретної системи параметрів визначати енергоефективність технологічних процесів і ефективно впливати на енергозаощадження.

*Перспективи подальших досліджень.* Розробка пілотних проєктів, бізнес-планів та перспективних планів розвитку господарств невеликого розміру з уточненням конкретних параметрів, елементів технології виробництва продукції скотарства. Визначення енергоефективності діючих технологій з урахуванням динаміки змін у часі ресурсовикористання. Моделювання практичного результату відповідно прогнозованим закономірностям таких змін.

## Конфлікт інтересів








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

## References

1. Baranovskiy, D. I., Hetmanets, O. M., Khokhlov, A. M., & Brovin, O. V. (2017) *Biometriia v prohramnomu seredovysshchi MS Excel: navchalnyi posibnyk* [in Ukrainian]
2. Novikov, Yu. F., Rabshtyna, V. M., Sotnik, V. I., & Shirokovyj, Yu. I. (1983). *Bioenergeticheskaya ocenka selskohozyajstvennykh tehnologij i puti ekonomii energii: metodicheskie rekomendacii*. Moskva: VASHNIL [in Russian]
3. Bohdanov, H. O. (2013) *Normy, oriientovni ratsiony ta praktychni porady z hodivli velykoi rohatoi khudoby: posibnyk*. Zhytomyr: PP «Ruta» [in Ukrainian]
4. Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannia ahropromyslovoho kompleksu (2005) 01.05 Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannia: Skotarski pidpriemstva (komplekxy, fermy, mali fermy). *Ministerstvo ahropolityky Ukrainy* [in Ukrainian]
5. Hnoievyi, I. V. (2006). Udoskonalennia kormovoi bazy v gospodarstvakh za tsilorichnoi odnotypnoi hodivli velykoi rohatoi khudoby. *Naukovo-Tekhnichni Biuletyn*, 92, 25–31. [in Ukrainian]
6. DSTU 8066:2015. *Systemy upravlinnia yakistiu. Chynnyi vid 2017-01-21*. (2017). Kyiv [in Ukrainian]
7. *Metodologiya i metodika energeticheskoy ocenki agrotehnologij v agro landshaftah*. (2007). Moskva: MSHA im. K. A. Timiryazeva [in Russian]
8. Cypko, V. V., Pronina, V. V., Berus, M. V., Bublik, V. I., Vasilevskij, N. V., & Zlobina, G. S. (1989) *Metodicheskie rekomendacii po normirovaniyu energii v kormlenii krupnogo rogatogo skota*. Kharkov [in Russian]
9. *Metodychni rekomendatsii z planuvannia, obliku ta kalkuluvannia sobivartosti produktsii (robit, posluh) silskohospodarskykh pidpriemstv* (2001). Kyiv: Ministerstvo ahromoi polityky [in Ukrainian]
10. *Metodicheskie rekomendacii po bioenergeticheskoy ocenke tehnologij proizvodstva produktsii zhivotnovodstva*. (1985). Moskva: Vsesoyuznyj nauchno issledovatel'skij institut elektrifikacii selskogo hozyajstva [in Russian]
11. Kulyk, M. F. (1997). *Metodyka bioenergetichnoi otsinky tekhnolohii vyrobnytstva produktsii tvarynnytstva i kormiv*. Vinnytsia [in Ukrainian]
12. Marchenko, V. A., Korkh, I. V., Korkh, O. V., Petrush, V. S., Admin, O. Ye., Admina, N. H., & Tkachov, A. V. (2020). *Pidvyshchennia efektyvnosti zaluchennia investytsii dlia ferm z riznyzmy obsiahamy richnoho vyrobnytstva moloka: rekomendatsii*. Kharkiv: Instytut tvarynnytstva Natsionalnoi akademii ahrarykh nauk [in Ukrainian]
13. *Richni normatyvy zahotivli ta struktury kormiv dlia riznykh vydiv tvaryn v zalezhnosti vid yikh produktyvnosti po zonakh Ukrainy*. (2008). Kharkiv: Normatyvnyi naukovo-vyrobnychiy posibnyk, tretie vydannia dopovnene, Instytut tvarynnytstva Ukrainkoi akademii ahrarykh nauk [in Ukrainian]
14. Rudenko, N. (2019). Pro perspektyvy. *Ahro Perspektyva*, 1-2 (219-220), 56–58. [in Ukrainian]
15. Hadzalo, Ya. M., Bashchenko, M. I., Zhuk, V. M., & Lupenko, Yu. O. (Eds). (2016) *Stratehiia rozvytku silskohospodarskoho vyrobnytstva produktsii v Ukraini na period do 2025 roku*. Kyiv: NAAN; NNTs IAE [in Ukrainian]
16. Bashchenko, M. I. (Ed). (2017). *Tvarynnytstvo Ukrainy: stan, problemy, shliakhy rozvytku (1991-2017-2030 rr.)*. Kyiv: Ahrama nauka [in Ukrainian]
17. Prokopenko O. (Ed) (2022). *Tvarynnytstvo Ukrainy*. In: *statystychni zbiryky*. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [in Ukrainian]
18. Rudenko, Ye. V. (2017). *Tekhniko-ekonomichni parametry ta planovalni rishennia rekonstruktsii i novoho budivnytstva molochnykh ferm: dovidnyk*. Kharkiv: Instytut tvarynnytstva Natsionalnoi akademii ahrarykh nauk [in Ukrainian]
19. Sabluk, P. T. (Red.). (2009). *Tekhnolohii ta normatyvy vytrat na vyroshchuvannia kormovykh ta zernofurazhnykh kultur*. Kyiv: Natsionalnyi naukovyi tsentr Instytut ahromoi ekonomiky [in Ukrainian]
20. *Tekhnolohichni karty vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur*. (2009). Kharkiv: Kharkivskiy derzhavnyi tekhnichnyi universytet silskoho gospodarstva [in Ukrainian]
21. Bagg, J. (2022). *Double Cropping Fall Rye for Extra Forage*. Retrieved from: <http://www.omafr.gov.on.ca/english/crops/facts/fallrye.htm>

22. Ferreira, G., Brown, A. N., Thomason, W. E., & Teutsch, C. D. (2017). *Comparative Nutritional Quality of Winter Crops for Silage*. Retrieved from: <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2023-08/2017-VCE-Winter-Crops-for-Silage-Publication-Overview.pdf>
23. Geren, H. (2014). Dry matter yield and silage quality of some winter cereals harvested at different stages under mediterranean climate conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(2), 197. <https://doi.org/10.17557/tjfc.55884>
24. Dhiman, T. R., Bal, M. A., Wu, Z., Moreira, V. R., Shaver, R. D., Satter, L. D., Shinnars, K. J., & Walgenbach, R. P. (2000). Influence of mechanical processing on utilization of corn silage by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 83(11), 2521–2528. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(00\)75144-7](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(00)75144-7)
25. John, K. (2019). Bernard Forage Sorghum for Dairy Cattle. Retrieved from: <https://dairy-cattle.extension.org/forage-sorghum-for-dairy-cattle/>
26. Corriher, V. A., Hill, G. M., Bernard, J. K., & Mullinix, B. G. (2010). Performance of finishing steers on corn silage or forage sorghum silage with corn oil supplementation. *The Professional Animal Scientist*, 26(4), 387–392. [https://doi.org/10.15232/s1080-7446\(15\)30619-7](https://doi.org/10.15232/s1080-7446(15)30619-7)

#### ORCID

- V. Marchenko  <https://orcid.org/0000-0002-9739-4987>
- O. Trishin  <https://orcid.org/0000-0002-3906-6547>
- E. Chyhrynov  <https://orcid.org/0000-0001-7707-8269>
- S. Drozdov  <https://orcid.org/0000-0003-1255-1937>
- V. Petrash  <https://orcid.org/0000-0001-9114-6117>
- A. Tkachov  <https://orcid.org/0000-0002-6325-4724>
- V. Ponomareva  <https://orcid.org/0000-0003-2835-4938>



2023 Marchenko 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.

## Meat indicators of broiler chickens at their feeding by combined feed with vermiculture biomass content

I. Osipenko<sup>1</sup> | S. Merzlov<sup>1</sup> | A. Polishchuk<sup>2</sup> | H. Merzlova<sup>1</sup>✉

### Article info

#### Correspondence Author

H. Merzlova

E-mail:

[halyna.merzlova@btsau.edu.ua](mailto:halyna.merzlova@btsau.edu.ua)

<sup>1</sup> Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, 09100, Ukraine

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

**Citation:** Osipenko, I., Merzlov, S., Polishchuk, A., & Merzlova, H. (2023). Meat indicators of broiler chickens at their feeding by combined feed with vermiculture biomass content. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 79–83. doi: 10.31210/spi2023.26.02.14

The chemical composition of vermiculture biomass creates prerequisites for its effective use in poultry diets. Cultivation of vermiculture does not require the use of expensive components of the substrate. The main components are fermented animal manure and poultry droppings. An unexplored issue is establishing the efficiency of using the vermiculture biomass grown on a substrate containing manure fermented with the participation of biodestructors in the composition of broiler chicken feed. The purpose of our experiments was to determine the effect of different doses of vermiculture biomass obtained on a substrate with manure fermented by the action of biodestructors as part of compound feed on chemical parameters, toxicity, and biological value of broiler chickens' meat. For experiments, samples of femoral and pectoral muscles were taken from broiler chickens that reached 6 weeks of age and consumed different doses of worm biomass as part of compound feed. Chickens of the I–III research groups consumed compound feed without addition of worms. The content of ash, moisture, dry matter, protein, fat and glycogen was studied in the muscles of the birds. In addition, the presence of toxic compounds in muscle tissue and its biological value were studied. During the study of the chemical composition of the muscle tissue of broiler chickens, it has been proven that when the bird consumes compound feed with a content of 3.0 and 4.5 % of vermiculture biomass, the mass fraction of moisture decreases by 1.1 and 1.2 %, respectively, relatively to the control one. The content of 3.0 and 4.5% of worms in compound feed leads to a tendency towards an increase in total protein and glycogen in the meat of broiler chickens. Feeding broiler chickens with vermiculture biomass in the composition of compound feed from 1.5 to 4.5% does not lead to the accumulation of chemical, biological substances or compounds in their muscle tissue that have a toxic effect on the *Tetrashimena piriformis* culture. By increasing the number of *Tetrashimena piriformis* cells, it has been proven that the meat of broiler chickens grown on feed with a content of 3.0–4.5 % of vermiculture biomass has a higher biological value by 10.9–12.7 % compared to birds that were fed with compound feed without content of worms.

**Keywords:** protein content, fat content, chemical composition, ash, glycogen, *Tetrashimena piriformis*.

## Показники м'яса курчат-бройлерів за згодовування їм комбікорму із вмістом біомаси вермикультури

I. С. Осіпенко<sup>1</sup> | С. В. Мерзлов<sup>1</sup> | А. А. Поліщук<sup>2</sup> | Г. В. Мерзлова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

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

Хімічний склад біомаси вермикультури створює передумови ефективного використання її у раціонах птиці. Вирощування вермикультури не потребує застосування дорогокоштуючих складових субстрату. Основними компонентами є ферментований гній тварин та послід птиці. Невивченим питанням є встановлення ефективності використання біомаси вермикультури вирощеної на субстраті із вмістом посліду ферментованого за участі біодеструкторів у складі комбікормів курчат-бройлерів. Метою наших експериментів було встановити вплив різних доз біомаси вермикультури отриманої на субстраті із ферментованим за дії біодеструкторів послідом у складі комбікормів на хімічні показники, токсичність та біологічну цінність м'яса курчат-бройлерів. Для експериментів у курчат-бройлерів, які досягли 6 тижневого віку і споживали різні дози біомаси черв'яків у складі комбікормів відбирали проби стегнових і грудних м'язів. Курчата I–III дослідних груп споживали комбікорми із вмістом 1,5–4,5 % біомаси вермикультури. Бройлери із контрольної групи споживали комбікорм без добавок черв'яків. У м'язах птиці досліджували вміст золи, вологи, сухої речовини, білка, жиру та глікогену. Крім того, вивчали наявність у м'язовій тканині токсичних сполук і її біологічну цінність. Під час дослідження хімічного складу м'язової тканини курчат-бройлерів доведено, що за споживання птицею комбікорму із вмістом 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури масова частка вологи знижується, відповідно, на 1,1 та 1,2 % відносно контролю. Вміст у комбікормі 3,0 та 4,5 % черв'яків призводить до тенденції щодо збільшення у м'ясі курчат-бройлерів загального білка та глікогену. Згодовування курчатам-бройлерам у складі комбікормів біомаси вермикультури від 1,5 до 4,5 % не призводить до накопичення у їх м'язовій тканині хімічних, біологічних речовин або сполук, які проявляють токсичний вплив на культуру *Tetrachimena piriformis*. За нарощуванням кількості клітин *Tetrachimena piriformis* доведено, що м'ясо курчат-бройлерів вирощених на кормах із вмістом 3,0–4,5 % біомаси вермикультури має більшу біологічну цінність на 10,9–12,7 % відносно птиці, якій згодовували комбікорми без вмісту черв'яків.

**Ключові слова:** вміст білка, вміст жиру, хімічний склад, зола, глікоген, *Tetrachimena piriformis*.

**Бібліографічний опис для цитування:** Осіпенко І. С., Мерзлов С. В., Поліщук А. А., Мерзлова Г. В. Показники м'яса курчат-бройлерів за згодовування їм комбікорму із вмістом біомаси вермикультури. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 79–83.

## Вступ

М'ясне птахівництво є досить динамічною галуззю виробництва м'яса як в нашій країні так і інших країнах світу. Україна виробляє значну кількість м'яса курчат-бройлерів на експорт. За рахунок смаковим якостям та низькій вартості курятини попит на м'ясо бройлерів постійно зростає. За даними міжнародних дослідників передбачається, що до 2050 року у світі на м'ясо курчат-бройлерів зростає попит на 58,0 %. Найбільшу динаміку можливо буде спостерігати у країнах, що розвиваються [1, 5, 6, 8].

Безпечність та якість м'яса бройлерів пов'язана із хімічним складом та якістю комбікормів, які їм згодують під час вирощування. За сучасних технологій для курчат-бройлерів застосовують повнораціонні комбікорми. На даний час використовують 4 види комбікормів (предстартер, стартер, гровер і фінішер). Від рецептури комбікорму і форми його складових залежить біодоступність поживних і біологічно активних речовин, а відповідно конверсія корму і продуктивність птиці. Комбікорми мають вплив на харчову цінність м'яса бройлерів. Білок корму (як джерело незамінних і доступних амінокислот) є одним із головних лімітуючих факторів у живленні птиці. Крім того, корми багаті на білок мають високу вартість [6, 18].

Від джерела білка залежить біодоступність амінокислот під час травлення корму у організмі птиці. Привабливим джерелом повноцінного білка (тваринного походження) для сільськогосподарської птиці є черв'яки [4, 6, 7, 10]. Крім того, біомаса вермикультури містить ліпіди, вуглеводи і інші біологічно активні речовини [2, 3]. Технологія вирощування черв'яків не передбачає використання високовартісного поживного середовища та устаткування. Основними компонентами поживного середовища є відходи рослинництва та тваринництва [6, 9].

За даними дослідників із технологічної точки зору не існує перешкод великомасштабного виробництва біомаси вермикультури та комах. Таку біомасу (як альтернативний білковий корм тваринного походження) можливо успішно застосовувати за годівлі сільськогосподарської птиці [11, 12].

Нами відпрацьовані елементи технології вирощування біомаси черв'яків на субстраті із вмістом посліду птиці із підстилкою ферментованого за участі біодеструкторів.

Не дослідженим залишається питання щодо позитивного впливу отриманої біомаси вермикультури у складі комбікормів курчат-бройлерів на показники

хімічного складу, токсичність та біологічну цінність їх м'яса.

## Мета дослідження

Метою, досліджень було встановлення хімічного складу, біологічної цінності і токсичності м'яса курчат-бройлерів, яким згодували біомасу вермикультури вирощену на субстраті із послідом ферментованим прискореним методом.

## Матеріали і методи

М'ясо для дослідження відбирали із тушок курчат-бройлерів (вік 42 доби) яких вирощували на комбікормі із вмістом біомаси вермикультури. Птиця із контрольної групи споживала стандартні комбікорми (предстартер, стартер, гровер та фінішер). Курчатам-бройлерам із I дослідної групи згодували комбікорми із вмістом 1,5 % біомаси вермикультури вирощеної на субстраті із вмістом посліду ферментованого прискореним методом із використання біодеструктора. Бройлери II та III дослідної групи були забезпечені комбікормами, які містили по 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури. З кожної групи відбирали по 5 тушок. Із кожної тушки відбирали проби із стегових та грудних м'язів по 50–60 г.

У м'язовій тканині птиці досліджували уміст золи, вологи та сухої речовини відповідно до ДСТУ ISO 1442 та ДСТУ ISO 936. Вміст жиру у м'ясі бройлерів визначали згідно (ДСТУ ISO 1443), вміст загального білка встановлювали за методикою описаною у нормативному документі (ДСТУ 3143) [14–17]. Вміст глікогену досліджували керуючись методикою Кемпа [13]. Наявність токсичних сполук у м'язовій тканині курчат та її біологічну цінність визначали згідно методики описаної Микитюком П. В. за використання *Tetrachimena piriformis* (трьохдобова культура штаму WH<sub>14</sub>) [20]. Одержані експериментальними методами цифрові данні біометрично обробляли згідно із Монцевічюте-Ерингене [19].

## Результати та їх обговорення

За дослідження хімічного складу м'яса бройлерів встановлено, що вміст вологи у зразках із дослідних груп був нижчим ніж у контролі. У м'язовій тканині курчат із II та III дослідних груп вміст вологи був менший, відповідно, на 1,1 та 1,2 % відносно контролю. Різниця не мала статистичної значущості (табл. 1).

Таблиця 1

Показники хімічного складу м'яса курчат-бройлерів, %, M $\pm$ m, n=5

Показник	Група			
	контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
Волога	71,7 $\pm$ 1,14	71,3 $\pm$ 2,05	70,6 $\pm$ 0,95	70,5 $\pm$ 2,15
Суха речовина	28,3 $\pm$ 0,65	28,7 $\pm$ 0,89	29,4 $\pm$ 0,85	29,5 $\pm$ 0,97
Загальний білок	20,1 $\pm$ 0,48	20,6 $\pm$ 0,55	21,1 $\pm$ 0,61	21,2 $\pm$ 0,81
Жир	5,3 $\pm$ 0,21	5,2 $\pm$ 0,18	5,1 $\pm$ 0,14	5,2 $\pm$ 0,24
Глікоген	1,6 $\pm$ 0,09	1,7 $\pm$ 0,10	1,8 $\pm$ 0,08	1,7 $\pm$ 0,09
Сира зола	1,3 $\pm$ 0,05	1,3 $\pm$ 0,08	1,4 $\pm$ 0,06	1,4 $\pm$ 0,07



Доведено незначне збільшення на 0,4 % вмісту сухої речовини у м'язовій тканині бройлерів із I дослідної групи. Найвищий вміст сухої речовини було встановлено у зразках м'яса птиці, яка споживала комбікорми із вмістом 4,5 % біомаси вермикультури.

Присутність черв'яків у комбікормі для птиці II та III дослідної групи сприяла збільшенню вмісту загального білка у м'язовій тканині, відповідно, на 1,0 та 1,1 %.

Уміст жиру у зразках м'яса бройлерів I дослідної групи на 0,1 % був нижчим ніж у контролі. Згодовування курчатам-бройлерам 3,0 та 4,5 % біомаси черв'яків у складі комбікормів не сприяло підвищенню вмісту жиру у м'язовій тканині птиці.

Встановлена тенденція щодо зростання вмісту глікогену у м'ясі курчат-бройлерів, яким згодовували комбікорми із вмістом 3,0 % біомаси вермикультури.

Вміст золи у м'язовій тканині курчат-бройлерів I дослідної групи був аналогічним, як у контролі. У зразках м'яса із II та III дослідної групи вміст золи був більшим ніж у контролі на 0,1 %.

Поряд із хімічним складом м'яса курчат-бройлерів досліджували його біологічну цінність із використанням 4-х добової культури *Tetrachimena piriformis*. Даний спосіб передбачає застосування тест-організмів, які є чутливі до вмісту біологічних і хімічних сполук у м'ясі, що дає змогу проведення токсичних досліджень продовж короткого проміжку часу (від 1 до 24 годин). За 72 години за допомогою інфузорій можливо визначити біологічну цінність м'яса [20].

Доведено, що клітини *Tetrachimena piriformis*, яких вирощували на середовищі із вмістом гомогенату з грудних м'язів бройлерів I–III дослідних груп за етологічними показниками не різнились від клітин інфузорій, які культивувались на середовищі із вмістом гомогенату із грудних м'язів курчат контрольної групи. У полі зору мертвих інфузорій на дослідних середовищах не було помічено. Дані клітини мали округлу форму із вираженим прямолінійним рухом. Патологічних форм клітин із неправильними рухами не було виявлено.

Також, клітини *Tetrachimena piriformis*, яких культивували на середовищах із вмістом гомогенатів із м'язів стегна курчат-бройлерів, яким згодовували

комбікорми із біомасою вермикультури (1,5; 3,0 та 4,5 %) мали природні випуклі форми із природньою рухливістю. Форма і рухи клітин нічим не відрізнялись від контрольних інфузорій.

Згідно етологічних досліджень *Tetrachimena piriformis*, яку вирощували на середовищах із вмістом гомогенатів із м'язів стегна і грудей дослідної птиці доведено, швидке нарощування кількості клітин. Під час спостереження постійно відмічали утворення нових клітин шляхом їх поділу навпіл. Чисельність інфузорій збільшилась у 7–8 раз відносно культури, яку вирощували на 0,56 % розчині морської солі.

Показники росту і розмноження інфузорій на середовищі із вмістом м'язів (стегна і грудей) курчат-бройлерів, які споживали комбікорм без добавок біомаси вермикультури були аналогічні дослідним зразкам

Отже, вирощування курчат-бройлерів на комбікормах із вмістом біомаси вермикультури не супроводжується утворенням і акумулюванням у їх м'язовій тканині речовин, які проявляють токсичний вплив на інфузорії *Tetrachimena piriformis*.

В основу встановлення біологічної цінності м'язової тканини птиці, що із комбікормами споживала біомасу вермикультури покладено швидкість нарощування чисельності інфузорій *Tetrachimena piriformis* у середовищі. Біологічна цінність м'яса курчат-бройлерів вважається вищою у тому випадку, коли в середовищі із вмістом останнього утвориться більше клітин *Tetrachimena piriformis* за 72 годинного культивування у термостаті порівнюючи із аналогічними середовищами із гомогенатом з м'язової тканини птиці іншої дослідної чи контрольної групи [20].

Проводячи підрахунок *Tetrachimena piriformis* встановлено, що в см<sup>3</sup> середовища куди вносили гомогенат із стегових та грудних м'язів бройлерів, які не споживали комбікорму із вмістом біомаси вермикультури кількість клітин становила, відповідно,  $9,11 \times 10^4$  та  $9,24 \times 10^4$  штук (табл. 2).

Встановлено, що біологічна цінність грудних і стегових м'язів курчат-бройлерів, які споживали комбікорм із вмістом біомаси вермикультури порівняно із контролем була більшою.

**Таблиця 2**

Біологічна цінність м'яса кучта-бройлерів,  $M \pm m$ ,  $n=5$

Група	М'язова тканина	Кількість <i>Tetrachimena piriformis</i> в см <sup>3</sup> поживного середовища, $\times 10^4$	Показник біологічної цінності, %
Контрольна	грудей	9,11±0,956	100,0
	стегна	9,24±0,877	100,0
I дослідна	грудей	9,55±0,682	104,8
	стегна	9,64±0,785	104,3
II дослідна	грудей	10,15±0,659	111,4
	стегна	10,25±0,488	110,9
III дослідна	грудей	10,12±1,052	111,0
	стегна	10,27±0,951	112,7

За вирощування інфузорій на поживному середовищі із додаванням гомогенату із стегнових і грудних м'язів курчат-бройлерів із I дослідної групи кількість клітин в см<sup>3</sup> була більшою, відповідно, на 4,3 та 4,8 % відносно контролю.

За використання гомогенату у складі середовища із грудних і стегнових м'язів бройлерів із II дослідної групи кількість клітин *Tetrachimena piriformis* була більшою ніж у контрольних зразках, відповідно, на 11,4 та 10,9 %. Найбільша кількість клітин інфузорій було виявлено у середовищі із вмістом гомогенату стегнової м'язової тканини від курчат-бройлерів, яким згодовували комбікорм із вмістом 4,5 % біомаси вермикультури. Різниця із контролем становила 12,7 %.

Порівнюючи кількість клітин у середовищі де застосовували гомогенат із грудних м'язів від бройлерів із II та III дослідної групи, встановлено, що у варіанті де використовували м'ясо курчат, які споживали комбікорм із вмістом 3,0 % біомаси вермикультури кількість інфузорій була більшою на 0,4 % порівнюючи із варіантом де бройлери отримували комбікорм із вмістом 4,5 % біомаси вермикультури.

Таким чином, встановлено, що за використання 3,0 та 4,5 % біомаси вермикультури у складі комбікормів для курчат-бройлерів підвищується біологічна цінність м'яса на 10,9–12,7 % відносно птиці, якій згодовують комбікорм без вмісту вермикультури. Це можливо пояснити тим, що у грудних і стегнових м'язах бройлерів за споживання біомаси черв'яків накопичується більша кількість незамінних амінокислот і інших біологічно активних сполук, якими багата вермикультура.

## Висновки

1. За згодовування комбікормів із вмістом 3,0–4,5 % біомаси черв'яків вирощених на субстраті із послідом птиці ферментованого прискореним методом із використанням біодеструкторів масова частка сухої речовини у м'язовій тканині курчат-бройлерів зростає на 1,1–1,2 %

2. Споживання комбікорму із вмістом біомаси вермикультури 3,0–4,5 % призводить до тенденції збільшення вмісту глікогену та білка у м'язовій тканині курчат-бройлерів.

3. Застосовуючи культуру *Tetrachimena piriformis* доведено, що у м'ясі бройлерів, які споживали комбікорми із вмістом біомаси вермикультури не накопичуються біологічні або хімічні токсичні сполуки.

4. М'ясо курчат вирощених на комбікормах із вмістом 3,0–4,5 % біомаси черв'яків має підвищену біологічну цінність на 10,9–12,7 % відносно бройлерів, яким згодовували комбікорми без вмісту вермикультури.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з встановленням впливу різних доз біомаси вермикультури в комбікормах для курчат-бройлерів на біохімічні показники в їх організмі.

## Конфлікт інтересів

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

## References

1. *Instruktsiia z bonituvannia svynei; Instruktsiia z vedennia plemninnoho obliku u svynarstvi.* (2003). Kyiv: «Kyivskiy universytet» [in Ukrainian]
1. Makkar, H. P. S., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>
2. Dedeke, G. A., Owa, S. O., & Olurin, K. B. (2010). Amino acid profile of four earthworms species from Nigeria. *Agriculture and Biology Journal of Nort Amerika*, 1, 97–102.
3. El-Gohary, F., El-Kamah, H., Wahaab, R. A., Mahmoud, M., & Ibrahim, H. A. (2012). Management of wastewater from the vegetable dehydration industry in Egypt – a case study. *Environmental Technology*, 33 (2), 211–219. <https://doi.org/10.1080/09593330.2011.559276>
4. Hatti Shankerappa, S. (2013). Chemical composition like protein, lipid and glycogen of local three species of earthworms of Gulbarga city, Karnataka- India. *International Journal of Advancements in Research & Technology*, 2 (7), 73–97. Retrieved from: [https://www.academia.edu/4188138/Chemical\\_Composition\\_like\\_Protein\\_Lipid\\_and\\_Glycogen\\_of\\_Local\\_Three\\_Species\\_of\\_Earthworms\\_of\\_Gulbarga\\_Karnataka](https://www.academia.edu/4188138/Chemical_Composition_like_Protein_Lipid_and_Glycogen_of_Local_Three_Species_of_Earthworms_of_Gulbarga_Karnataka)
5. Hepperly, P., Lotter, D., Ush, C. Z., Seidel, R., & Reider, C. (2009). Compost, manure and synthetic fertilizer influences crop yields, soil properties, nitrate leaching and crop nutrient content. *Compost Science & Utilization*, 17 (2), 117–126. <https://doi.org/10.1080/1065657x.2009.10702410>
6. Khan, S., Naz, S., Sultan, A., Alhidary, I. A., Abdelrahman, M. M., Khan, R. U., Khan, N. A., Khan, M. A., & Ahmad, S. (2016). Worm meal: a potential source of alternative protein in poultry feed. *World's Poultry Science Journal*, 72 (1), 93–102. <https://doi.org/10.1017/s0043933915002627>
7. Lieberman, S. (2002). Worms, beautiful worms. *International Worm Digest*, 4, 11–18.
8. Öztürk, E. (2016). Is the quality of eggs and chicken meat affected by current maintenance and feeding practices? *Journal of Poultry Research*, 13 (2), 5–11.
9. Prayogi, H. S. (2011). The effect of earthworm meal supplementation in the diet on quail's growth performance in attempt to replace the usage of fish meal. *International Journal of Poultry Science*, 10 (10), 804–806. <https://doi.org/10.3923/ijps.2011.804.806>
10. Van Huis, A. V., Itterbeek, J. V., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. Rome: Food and agriculture organization of the united nations.
11. Veldkamp, T., Duinkerken, G. V., Huis, A. V., Lakemond, C. M. M., Ottevanger, E., Bosh, G., & van Boekel, M. A. J. S. (2012). *Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets – a feasibility study. Report 638*. Lelystad: Wageningen Livestock Research.
12. Vovkohon, A. H., & Merzlov, S. V. (2014). Efektyvnist zastosuvannia zbahachenoj Yodom biomasy vermykultury u skladi kombikormiv dlia kurchat-broileriv. *Suchasne Ptakhivnytstvo*, 7 (140), 8–10. [in Ukrainian]
13. Dzhordzhesku, P., & Peunesku, E. (1963). *Biohimicheskie metody diagnoza i issledovaniya*. Buharest: Medicinskoe izdatelstvo [in Russian]
14. *DSTU 3143:2013 Miaso ptytsi. Zahalni tekhnichni umovy. Zi zminoiu № 1. vid 11 chervnia 2013 r. № 622. Chynnyi vid 2014-07-01.* (2014). Kyiv [in Ukrainian]
15. *DSTU ISO 1442:2005 M'iaso ta m'iasni produkty. Metod vyznachennia vmistu volohy (kontrolnyi metod) (ISO 1442:1997,*

- IDT). *Z popravkoiu. vid 2 hrudnia 2005 r. № 345. Chynnyi vid 2007-04-01.* (2008). Kyiv [in Ukrainian]
16. DSTU ISO 1443:2005 *M'iaso ta m'iasni produkty. Metod vyznachennia zahalnoho vmistu zhyru (ISO 1443:1973, IDT). vid 2 hrudnia 2005 r. № 345. Chynnyi vid 2007-04-01.* (2008). Kyiv [in Ukrainian]
17. DSTU ISO 936:2008 *Miaso ta miasni produkty. Metod vyznachennia masovoi chastky zahalnoi zoly (ISO 936:1998, IDT) vid 11.06.2008 r. № 188. Chynnyi vid 2008-09-01.* (2008). Kyiv [in Ukrainian]
18. Merzlov, S. V., Kalinina, H. P., & Kachan, A. D. (2012). Khimichni sklad miasa broileriv za umov vykorystannia u skladi kombi-kormiv immobilizovanykh fermentiv, yodu ta zmishanolihand-noho kompleksu kobaltu. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ah-rarnoho Universytetu. Serii: Tvarynytstvo*, 12, 127–130. [in Ukrainian]
19. Merkureva, E. K. (1970). *Biometriya v selekcii i genetike sel'sko-hozyajstvennykh zhyvotnykh.* Moskva: Kolos [in Russian]
20. Mykytiuk, P. V., Bukalova, N. V., Dzhmil, V. I., Khitska, O. A., Dzhmil, O. M., Slisarenko, S. V., & Utechenko, M. V. (2004). *Metodychni vkazivky shchodo vykorystannia infuzorii Tetrakhimena piriformis (mikrometod) dlia toksykoz-biolohichnoi otsinky silskohospodarskykh produktiv ta vody.* Bila Tserkva [in Ukrainian]

#### ORCID

- I. Osipenko  <https://orcid.org/0000-0002-0598-0090>
- S. Merzlov  <https://orcid.org/0000-0002-9815-4280>
- A. Polishchuk  <https://orcid.org/0000-0003-3572-8491>
- H. Merzlova  <https://orcid.org/0000-0002-2394-9118>



© 2023 Osipenko I. 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.

## Use of ultrasound examination as a method of diagnosis of kidney pathology in cats

T. Zvenihorodska | O. Tul | B. Kyrychko | I. Dehnych | T. Panasova

## Article info

Correspondence Author

T. Zvenihorodska

E-mail:

[tami777@ukr.net](mailto:tami777@ukr.net)

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody str.,

Poltava, 36003,

Ukraine

**Citation:** Zvenihorodska, T., Tul, O., Kyrychko, B., Dehnych, I., & Panasova, T. (2023). Use of ultrasound examination as a method of diagnosis of kidney pathology in cats. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 84–88. doi: 10.31210/spi2023.26.02.15

Chronic kidney diseases in cats may not manifest for a long time, which is a danger to the life and health of animals. Therefore, it is important to carry out ultrasonic screening of all cats, and especially breeds genetically susceptible to pathologies, such as Persian and British. That is why the purpose of our study was to find out which of the kidney pathologies are most often registered during ultrasound examination and what place they occupy among the pathologies of the urinary system. To solve the problems, 120 cats from 1 to 18 years old were selected, which entered the educational and research and production clinic of the Poltava State Agrarian University from 2020 to 2022. At the initial examination, they recorded wilt, decreased skin turgor, refusal to eat, rapid weight loss. The most common pathologies found in ultra-sonographic renal examination in cats were found to be polycystic disease (37 %), pyelonephritis (25 %), and nephrosclerosis (24 %). The average age of cats with polycystic kidney disease was  $2.4 \pm 1.1$  years, nephrosclerosis –  $8.4 \pm 2.1$  years, pyelonephritis –  $5.6 \pm 2.4$  years. The most susceptible to kidney disease are cats of the Persian and British breed. Nephrosclerosis on the ultrasonogram was characterized by an increase in echogenicity (100 %) and granularity (78.6 %) of the cortical layer, a decrease in kidney size (57.1 %) and its irregular shape (21.4 %). Polycystic disease was characterized by multiple or single rounded or oval anechogenic formations with clear hyperechogenic walls. In some cases, renal enlargement in size (33.3 %) and increase in cortical echogenicity (8.9 %) were recorded. In pyelonephritis, numerical changes were recorded on ultrasonograms: expansion of renal balia (83.3 %), impaired cortical-cerebral differentiation of the kidney layers (36.7 %), hyperechogenicity of the cortical layer (20 %), hyperechogenicity of the cerebral layer (10 %), hyperechogenic inclusions in the cortical layer (10 %), dilation of the urethra (10 %).

**Keywords:** ultrasonography, kidney, cats, pyelonephritis, polycystic disease, nephrosclerosis.

## Використання ультразвукового дослідження як методу діагностики патологій нирок у котів

Т. В. Звенігордська | О. І. Туль | Б. П. Киричко | І. С. Дехнич | Т. Г. Панасова

Полтавський державний

аграрний університет,

м. Полтава,

Україна

Хронічні захворювання нирок у котів можуть довгий час не проявлятися, що становить небезпеку для життя і здоров'я тварин. Тому важливо проводити ультразвуковий скринінг всіх котів, а особливо порід, генетично схильних до патологій, таких як персидських та британських. Саме тому метою нашого дослідження було з'ясувати, які з патологій нирок найчастіше реєструються при ультразвуковому дослідженні та яке місце вони займають серед патологій сечовидільної системи. Для вирішення завдань було відібрано 120 котів від 1 до 18 років, які надходили в навчально-науково-виробничу клініку Полтавського державного аграрного університету з 2020 по 2022 рік. На первинному огляді в них реєстрували в'ялість, зниження тургору шкіри, відмову від їжі, швидку втрату ваги. Було виявлено, що найпоширенішими патологіями, що виявляються при ультразвукографічному дослідженні нирок у котів є полікістоз (37 %), пієлонефрит (25 %) та нефросклероз (24 %). Середній вік котів з полікістозами нирок склав  $2,4 \pm 1,1$  рік, нефросклерозом –  $8,4 \pm 2,1$  рік, пієлонефритом –  $5,6 \pm 2,4$  років. Найбільш схильними до захворювань нирок є коти персидської та британської породи. Нефросклероз нирок на ультрасонограмі характеризувався підвищенням ехогенності (100 %) та зернистістю (78,6 %) коркового шару, зменшенням нирки в розмірах (57,1 %) та її неправильною формою (21,4 %). Полікістоз характеризувався множинними або поодинокими округлими чи овальними анехогенними утвореннями з чіткими гіперехогенними стінками. В деяких випадках реєстрували збільшення нирки в розмірах (33,3 %) та підвищення ехогенності коркового шару (8,9 %). При пієлонефриті реєстрували чисельні зміни на ультрасонограмах: розширення ниркової балії (83,3 %), порушення корково-мозкової диференціації шарів нирки (36,7 %), гіперехогенність коркового шару (20 %), гіперехогенність мозкового шару (10 %), гіперехогенні включення в корковому шарі (10 %), дилатація сечоводів (33,3 %), деформація дивертикулів та ниркової балії (6,7 %).

**Ключові слова:** ультрасонографія, нирки, коти, полікістоз, нефросклероз, пієлонефрит.

**Бібліографічний опис для цитування:** Звенігордська Т. В., Туль О. І., Киричко Б. П., Дехнич І. С., Панасова Т. Г. Використання ультразвукового дослідження як методу діагностики патологій нирок у котів. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 84–88.

## Вступ

Причини хронічних захворювань нирок можуть бути різноманітними і є результатом первинних порушень, які викликають незворотні пошкодження нефронів та призводять до зниження клубочкової фільтрації [2, 6, 12]. У деяких випадках можна виділити специфічну причину: полікістоз нирок, неоплазію, амілоїдоз чи інші [13, 14]. Також, в значній частині випадків важко виявити первинну причину хвороби і можна лише діагностувати гістологічні зміни в нирках, такі як фіброз та інтерстиціальний нефрит [18, 19]. Із первинних причин і досить легкою в діагностуванні є полікістозна ниркова хвороба (ПНХ) в котів – аутосомно-домінантне захворювання, що характеризується утворенням заповнених рідиною кіст різних розмірів в корковому та мозковому шарах нирок, а інколи підшлунковій залозі та печінці [1, 22, 23]. Найбільш сприятлива порода серед котів – персидська, у них фактично 85 % випадків полікістозу викликані мутацією гена PKD [4, 6, 15]. Приблизно 37 % персидських котів в США мають ген PKD [3]. Ультразвукове дослідження дозволяє діагностувати ПНХ з високою точністю, як правило вже з 7 тижня життя [2, 7, 8]. І хоча генетичне тестування котів більш точне та дозволяє виявити більше носіїв гену полікістозу, все ж ультразвукографія залишається дешевим та швидким способом виявити патологічні зміни в нирках [9, 10, 11]. Як правило хронічні хвороби нирок починають проявлятися у котів середнього і похилого віку [16, 20]. Важливо якомога раніше виявити захворювання та призначити лікування [21].

## Мета дослідження

Метою нашої роботи було виявити поширеність патологій нирок у котів методом ультразвукового

дослідження. Для досягнення мети розв'язували наступні задачі:

- з'ясували, які з патологій нирок найчастіше реєструються при ультразвуковому дослідженні, та яке місце вони займають серед патологій сечовидільної системи.
- з'ясували, як ультрасонографічні зміни нирок котів відповідають фізико-хімічному дослідженню сечі при постановці діагнозу.

## Матеріали і методи

Дослідження проводилися на базі навчально-науково-виробничої клініки Полтавського державного аграрного університету м. Полтави з 2020 по 2022 роки. Використовували ультразвуковий апарати Aloka 31 F (Японія) та датчики мікроконвекс SC3123 та лінійний UST-5512U з частотою 7,5 МГц. Дослідження на апараті проводили в В режимі [5]. Об'єктами досліджень були 120 котів віком від 1 року до 18 років. Власники тварин зверталися зі скаргами на погіршення апетиту, зниження ваги, періодичне блювання, в'ялість. Перед дослідженням нирок проводили підготовку тварин у вигляді 10 годинної голодної дієти. Використовували вентролатеральний доступ з під ребер справа і зліва [17], на досліджуваних ділянках вистригали та вибривали шерсть, наносили ультразвуковий гель. Досліджували нирки в повздовжній та поперечній проекціях.

## Результати та їх обговорення

За період з 2020 по 2022 рік до навчально-науково-виробничої клініки Полтавського державного аграрного університету надійшло 120 котів з хворобами нирок. Тому було вирішено дослідити поширеність патологій нирок при ультрасонографічному обстеженні дослідних котів (рис. 1).

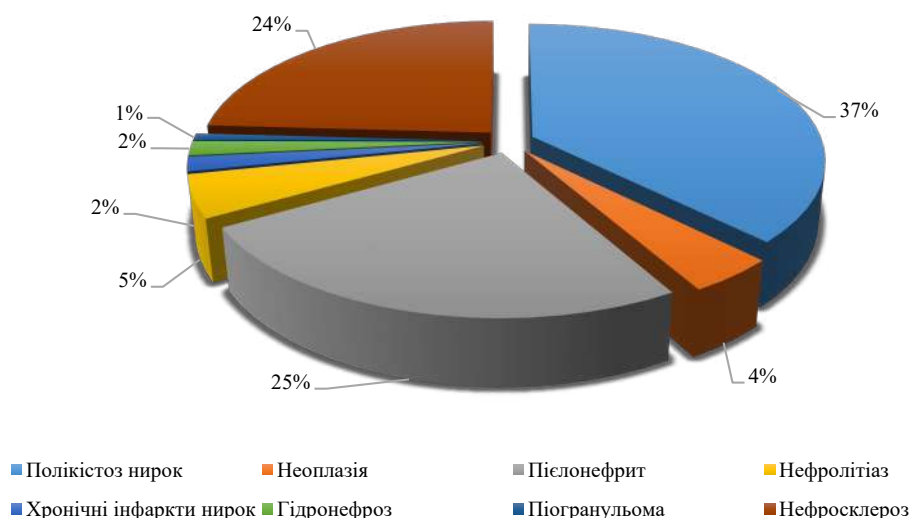


Рис. 1. Поширеність патології нирок в котів (n=120)

Аналізуючи діаграму, можна зробити висновок, що серед найбільш поширених патологій нирок у котів є полікістоз (37%), нефросклероз (24%) та пієлонефрит (25%).

Результати досліджень породної схильності до хвороб нирок у котів представлені на рис. 2.

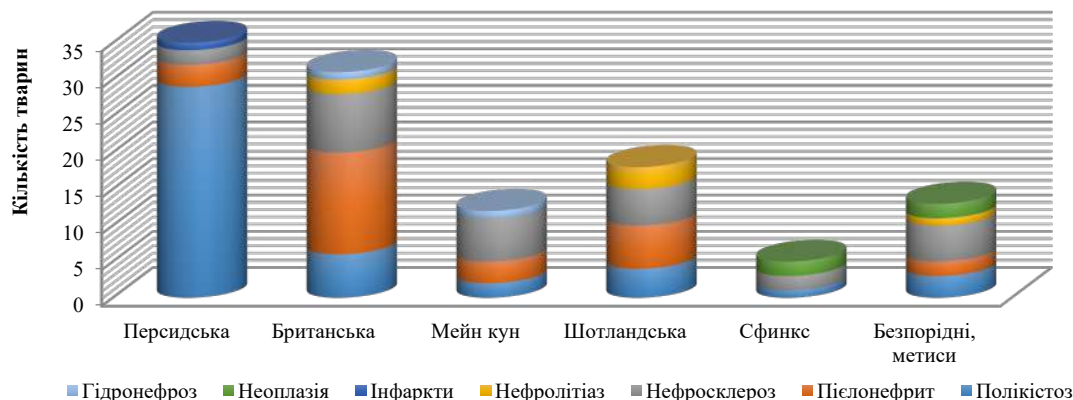


Рис. 2. Породна схильність котів до хвороб нирок (n=120)

Як бачимо з діаграми 2 найбільш схильними до хвороб нирок є персидська та британська породи котів. При цьому варто відмітити, що у персів, враховуючи їх генетичну схильність, найчастіше реєстрували полікістоз нирок (87,3% всіх досліджуваних персидських котів).

Отримані нами дані збігаються з повідомленнями Cannon et al., 2001 [6] про те, що 46% персів в Німеччині мають полікістоз нирок та Bonazzi et al., 2009 [4] про 40% хворих на полікістоз нирок персів в Італії.

Аналіз віку тварин з хворобами нирок показав, що середній вік обстежуваних котів з полікістозами нирок становив  $2,4 \pm 1,1$ , на нефросклероз –  $8,4 \pm 2,1$ , на пієлонефрит –  $5,6 \pm 2,4$  років.

Ультрасонографічні зміни, що реєстрували при найпоширеніших хворобах нирок у котів представлені в таблицях 1–3.

Таблиця 1

Ультрасонографічні зміни при нефросклерозі нирок у котів (n=28)

Ультрасонографічні зміни	Кількість тварин / %
Підвищення ехогенності коркового шару	28/100
Зернистість структури коркового шару	22/78,6
Зменшення нирки в розмірах	16/57,1
Неправильна форма нирки	6/21,4

Аналізуючи таблицю 1 можемо дійти до висновку, що найбільш характерними ультразвуковими ознаками нефросклерозу у котів є гіперехогенність (100%) та зернистість коркового шару нирок (78,6%). Рідше спеціаліст ультразвукової діагностики спостерігає зменшення нирки в розмірах (57,1%) та зміну форми нирок (21,4%).

Варто зазначити, що за такої патології у свійських котів як полікістоз (табл. 2), за використання ультразвукового методу досліджень – у всіх виявлених зі вказаною патологією тварин реєстрували округлі або овальні гіпоехогенні

утворення з чіткою гіперехогенною каймою в корковому шарі або на межі коркового і мозкового шарів.

Таблиця 2

Ультрасонографічні зміни нирок в котів при полікістозі (n=45)

Ультрасонографічні зміни	Кількість тварин / %
Округлі анехогенні структури з гіперехогенною каймою в корковому шарі	45/100
Збільшення нирки в розмірах	15/33,3
Підвищення ехогенності коркового шару	4/8,9

Дані таблиці 3 свідчать, що пієлонефрити характеризувалися розширенням ниркової балії (83,3%) та порушенням корково-мозкової диференціації шарів нирки (36,7%). Також варто відмітити, що 33,3% котів мали дилатацію сечоводів. До подібних висновків прийшов Quimby et al., 2016 [18] (46%) проводячи ультразвукові обстеження котів з пієлонефритом та уролітіазом.

Таблиця 3

Ультрасонографічні зміни нирок в котів при пієлонефриті (n=30)

Ультрасонографічні зміни	Кількість тварин / %
Розширення ниркової балії	25/83,3
Гіперехогенність мозкового шару	3/10
Гіперехогенність коркового шару	6/20
Порушення корково-мозкової диференціації шарів	11/36,7
Деформація дивертикулів та ниркової балії	2/6,7
Гіперехогенні включення коркового шару	3/10
Дилатація сечоводів	10/33,3

На рис. 3 показано сонограму кішки Василіси 7 років, перса, двостороннього полікістозу. З анамнестичних даних встановлено, що тварина тривалий час мала незадовільний апетит, окрім того кішка проявляла низьку активність.



**Рис. 3.** Сонограма кішки Василіси, 7 років, поздовжня проекція правої нирки

При ультразвуковому дослідженні зареєстровано 8 кіст різного розміру в корковому шарі правої нирки та 5 кіст різного розміру – в корковому шарі лівої нирки. Біохімічні дослідження крові кішки показали підвищений креатинін 465 мкмоль/л, що може свідчити про ниркову недостатність. Як зазначає в своїй праці Wills et al., 2009 [23] дуже важливо породам, генетично схильним до полікістозу нирок своєчасно проводити ультразвукову діагностику для контролю ниркової функції.

### Висновки

Найчастішими патологіями, що виявлялися при УЗД нирок у котів виявилися полікістоз (37%), нефросклероз (24%) та пієлонефрит (25%). Для нефросклерозу у котів на сонограмах були характерними гіперехогенність (100%) та зернистість коркового шару нирок (78,6%). Пієлонефрити характеризувалися розширенням ниркової балії (83,3%) та порушенням корково-мозкової диференціації шарів нирки (36,7%). Також варто відмітити, що 33,3% котів мали дилатацію сечоводів.

Перспективою подальших досліджень є використання методів ультразвукової діагностики для своєчасного встановлення діагнозу та проведення профілактики та лікування.

### Конфлікт інтересів

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

### References

- Barthez, P., Rivier, P., & Begon, D. (2003). Prevalence of polycystic kidney disease in Persian and Persian related cats in France. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 5 (6), 345–347. [https://doi.org/10.1016/s1098-612x\(03\)00052-4](https://doi.org/10.1016/s1098-612x(03)00052-4)
- Beck, C., & Lavelle, R. (2001). Feline polycystic kidney disease in Persian and other cats: a prospective study using ultrasonography. *Australian Veterinary Journal*, 79 (3), 181–184. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2001.tb14573.x>
- Bonazzi, M., Volta, A., Gnudi, G., Bottarelli, E., Gazzola, M., & Bertoni, G. (2007). Prevalence of the polycystic kidney disease and renal and urinary bladder ultrasonographic abnormalities in Persian and Exotic Shorthair cats in Italy. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 9 (5), 387–391. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2007.03.004>

- Bonazzi, M., Volta, A., Gnudi, G., Cozzi, M. C., Strillacci, M. G., Polli, M., Longeri, M., Manfredi, S., & Bertoni, G. (2009). Comparison between ultrasound and genetic testing for the early diagnosis of polycystic kidney disease in Persian and Exotic Shorthair cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11 (6), 430–434. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2008.10.003>
- Bragato, N., Borges, N. C., & Fioravanti, M. C. S. (2017). B-mode and Doppler ultrasound of chronic kidney disease in dogs and cats. *Veterinary Research Communications*, 41 (4), 307–315. <https://doi.org/10.1007/s11259-017-9694-9>
- Cannon, M. J., Barr, F. J., Rudolf, H., Bradley, K. J., Gruffydd-Jones, T. J., & MacKay, A. D. (2001). Prevalence of polycystic kidney disease in Persian cats in the United Kingdom. *Veterinary Record*, 149 (14), 409–411. <https://doi.org/10.1136/vr.149.14.409>
- Castiglioni, M. C., Rahal, S. C., Silva, J. P., & Mamprim, M. J. (2022). Comparison of ultrasonographic renal measurements in kittens up to 3 months of age and young cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 24 (12), e465–e471. <https://doi.org/10.1177/1098612x221119392>
- Canine and feline nephrology and urology*. (2011). <https://doi.org/10.1016/c2009-0-53834-2>
- Debruyne, K., Haers, H., Combes, A., Paeppe, D., Peremans, K., Vanderperren, K., & Saunders, J. H. (2012). Ultrasonography of the feline kidney. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 14 (11), 794–803. <https://doi.org/10.1177/1098612x12464461>
- Debruyne, K., Paeppe, D., Daminet, S., Combes, A., Duchateau, L., Peremans, K., & Saunders, J. H. (2013). Renal dimensions at ultrasonography in healthy Ragdoll cats with normal kidney morphology: correlation with age, gender and bodyweight. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 15 (12), 1046–1051. <https://doi.org/10.1177/1098612x13487361>
- Espada, Y., Novellas, R., & Ruiz de Gopegui, R. (2006). Renal ultrasound in dogs and cats. *Veterinary Research Communications*, 30 (S1), 133–137. <https://doi.org/10.1007/s11259-006-0026-8>
- Griffin, S. (2020). Feline abdominal ultrasonography: what's normal? what's abnormal? The kidneys and perinephric space. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 22 (5), 409–427. <https://doi.org/10.1177/1098612x20917598>
- Kamonrat, P. (2009). Ultrasound diagnosis. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 39 (3), 291–293. <https://doi.org/10.56808/2985-1130.2187>
- Marchal, G., Verbeken, E., Oyen, R., Moerman, F., Baert, A. L., & Lauweryns, J. (1986). Ultrasound of the normal kidney: A sonographic, anatomic and histologic correlation. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 12 (12), 999–1009. [https://doi.org/10.1016/0301-5629\(86\)90068-2](https://doi.org/10.1016/0301-5629(86)90068-2)
- Martinez, M., Soler, M., Laredo, F. G., Belda, E., & Agut, A. (2022). Ultrasonographic assessment of the renal size using a kidney length to vertebral body length ratio in cats. *Frontiers in Veterinary Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.887746>
- Small animal diagnostic ultrasound*. (2021). <https://doi.org/10.1016/c2016-0-02539-1>
- Penninck, D., & D'Anjou, M. A. (2015). *Atlas of small animal ultrasonography* (2nd ed). Ames, Iowa, USA: John Wiley & Sons Inc.
- Quimby, J. M., Dowers, K., Herndon, A. K., & Randall, E. K. (2016). Renal pelvic and ureteral ultrasonographic characteristics of cats with chronic kidney disease in comparison with normal cats, and cats with pyelonephritis or ureteral obstruction. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 19 (8), 784–790. <https://doi.org/10.1177/1098612x16656910>
- Schweiger, H., Ohlerth, S., & Gerber, B. (2015). Contrast-enhanced ultrasound of both kidneys in healthy, non-anaesthetized cats. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 57 (1). <https://doi.org/10.1186/s13028-015-0172-5>
- Sparkes, A. H., Caney, S., Chalhoub, S., Elliott, J., Finch, N., Ganjanayake, I., Langston, C., Lefebvre, H. P., White, J., & Quimby, J. (2016). ISFM Consensus Guidelines on the diagnosis and management of feline chronic kidney disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 18 (3), 219–239. <https://doi.org/10.1177/1098612x16631234>
- Stock, E., Paeppe, D., Daminet, S., Vandermeulen, E., Duchateau, L., Saunders, J. H., & Vanderperren, K. (2017). Contrast-Enhanced ultrasound examination for the assessment of renal perfusion in cats with chronic kidney disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 32 (1), 260–266. <https://doi.org/10.1111/jvim.14869>
- Volta, A., Manfredi, S., Gnudi, G., Gelati, A., & Bertoni, G. (2010). Polycystic kidney disease in a Chartreux cat. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 12 (2), 138–140. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.06.001>

23. Wills, S. J., Barrett, E. L., Barr, F. J., Bradley, K. J., Helps, C. R., Cannon, M. J., & Gruffydd-Jones, T. J. (2009). Evaluation of the repeatability of ultrasound scanning for detection of feline polycystic kidney disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11 (12), 993–996. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.07.002>
24. Yan, G., Chen, K., Wang, H., Ma, T., & Chen, K. (2020). Relationship between ultrasonographically determined renal dimensions and International Renal Interest Society stages in cats with chronic kidney disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 34 (4), 1464–1475. <https://doi.org/10.1111/jvim.15814>

## ORCID

- T. Zvenihorodska  <https://orcid.org/0000-0002-4186-5700>
- O. Tul  <https://orcid.org/0000-0002-2430-1575>
- B. Kyrychko  <https://orcid.org/0000-0003-1463-5501>
- I. Dehnych  <https://orcid.org/0000-0001-5687-3765>
- T. Panasova  <https://orcid.org/0000-0002-4103-7956>



2023 Zvenihorodska 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.



## Study of the prevalence and application of therapeutic measures for the associated reproductive-respiratory syndrome of pigs in farms of the Poltava region

R. Severin | A. Gontar' | R. Voitenko | D. Hrinchenko | S. Basko

### Article info

Correspondence Author

A. Gontar'

E-mail:

[hontar.alla@gmail.com](mailto:hontar.alla@gmail.com)

State Biotechnological University,  
44 Alchevskiyh St.,  
Kharkiv, 61002,  
Ukraine

**Citation:** Severin, R., Gontar', A., Voitenko, R., Hrinchenko, D., & Basko, S. (2023). Study of the prevalence and application of therapeutic measures for the associated reproductive-respiratory syndrome of pigs in farms of the Poltava region. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 89–95. doi: 10.31210/spi2023.26.02.16

Pig reproductive-respiratory syndrome (PRRS) is widespread in the pig industry and causes significant economic losses. As a result of the replication of the PRRS virus, the natural ability of the pig body to resist the action of bacterial secondary microflora, which, in turn, masks its presence, decreases. *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Pasteurella multocida*, *Streptococcus suis*, *Haemophilus parasuis* are most often isolated among the diverse spectrum of opportunistic respiratory bacteria in pigs with PRRS. The aim of the work was to identify the dominant opportunistic pathogen in pigs with reproductive-respiratory syndrome and to apply appropriate therapeutic measures. It was established that the level of seropositivity to the causative agent of porcine reproductive and respiratory syndrome among animals from the technological group of repair young animals ranged from 53.3 % to 70.0 %. The respiratory syndrome was accompanied by severe pneumonia. In fattening piglets, the decrease in growth reached 50–75 %. During the autopsy of dead piglets of various ages, it was established that 54.0 % of cases had lung lesions characteristic of actinobacillary pleuropneumonia. As a result of bacteriological studies of the pathological material, *A. pleuropneumoniae* serotype 8 was isolated. Serological studies of piglets in groups at the beginning of rearing showed the presence of antibodies to *A. pleuropneumoniae* at the level of 12.5 % – 21.0 %. Bacteriological examination revealed that most of the isolated cultures of *A. pleuropneumoniae* were multiresistant to a wide range of antibacterial drugs, but all of them were sensitive to tulathromycin, danofloxacin, ceftiofur, and ceftiofur. To treat the animals of the four experimental groups, antibiotics were used according to the sensitivity results and instructions for use. The control group of animals No. 5 was treated according to the traditional scheme used in the farm, with the use of enrofloxacin. As a result of the scientifically justified use of danofloxacin and tulathromycin, the survival rate of piglets was 80.0–90.0 %. Thus, the presence of a severe respiratory syndrome with a significant number of pneumonias among pigs of early rearing groups unfavorable for PRRS testified to its associative course. Under such conditions, it is necessary to introduce direct isolation of the dominant secondary microflora and determine its sensitivity to antibacterial drugs.

**Keywords:** pigs, respiratory pathology, anti-epizootic measures, viral infection, reproductive and respiratory syndrome of pigs, hemophilosis, actinobacillary pleuropneumonia.

## Вивчення поширеності та застосування терапевтичних заходів за асоційованого репродуктивно-респіраторного синдрому свиней у господарствах Полтавської області

Р. В. Северин | А. М. Гонтарь | Р. В. Войтенко | Д. М. Грінченко | С. О. Баско

Державний біотехнологічний університет,  
м. Харків, Україна

У свинарській галузі значно поширений та завдає суттєвих економічних збитків репродуктивно-респіраторний синдром свиней (PPCS). У результаті реплікації вірусу PPCS знижується природна здатність організму свиней протистояти дії бактерійної вторинної мікрофлори, яка, в свою чергу, маскує його присутність. Серед різноманітного спектру умовно – патогенних респіраторних бактерій у свиней з PPCS найчастіше виділяють *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Pasteurella multocida*, *Streptococcus suis*, *Haemophilus parasuis*. Метою роботи було виявлення домінуючого умовно патогенного збудника у свиней з репродуктивно-респіраторним синдромом та застосування відповідних терапевтичних заходів. Встановлено, що рівень серопозитивності до збудника репродуктивно-респіраторного синдрому свиней серед тварин з технологічної групи ремонтного молоддюка коливався від 53,3 % до 70,0 %. Респіраторний синдром супроводжувався тяжкими пневмоніями. У підсвинків на відгодівлі зниження приростів досягало 50–75 %. Під час розтину загинлих поросят різного віку встановлено, що у 54,0 % випадків були ураження легень, характерні для актинобацилярної плевропневмонії. У результаті проведених бактеріологічних досліджень патологічного матеріалу було виділено *A. pleuropneumoniae* 8 серотипу. Серологічні дослідження поросят групах на початку дорощування показали наявність антитіл до *A. pleuropneumoniae* на рівні 12,5 % – 21,0 %. За бактеріологічного дослідження з'ясовано, що більшість ізольованих культур *A. pleuropneumoniae* були мультирезистентними до широкого спектру антибактеріальних препаратів, але всі вони виявилися чутливими до тулатроміцину, данофлосацину, цефтіофуру та цефквіному. Для лікування тваринам чотирьох дослідних груп застосовували антибіотиками згідно отриманих результатів чутливості та настанов щодо застосування. Контрольну групу тварин № 5 лікували згідно традиційної схеми, яка застосовувалась в господарстві, з використанням енрофлоксацину. У результаті науково – обгрунтованого застосування данофлосацину та тулатроміцину збереженість поросят складала 80,0–90,0 %. Таким чином, наявність важкого респіраторного синдрому зі значною кількістю пневмоній серед свиней груп раннього дорощування неблагополучних щодо PPCS, свідчив про асоціативний його перебіг. За таких умов необхідно запроваджувати прямиє ізолювання домінуючої секундарної мікрофлори та визначати її чутливість до антибактеріальних препаратів.

**Ключові слова:** свині, респіраторна патологія, протиепізootичні заходи, вірусна інфекція, репродуктивно-респіраторний синдром свиней, гемофіліози, актинобацилярна плевропневмонія.

**Бібліографічний опис для цитування:** Северин Р. В., Гонтарь А. М., Войтенко Р. В., Грінченко Д. М., Баско С. О. Вивчення поширеності та застосування терапевтичних заходів за асоційованого репродуктивно-респіраторного синдрому свиней у господарствах Полтавської області. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 89–95.

## Вступ

Інфекційні респіраторні захворювання займають провідне місце у загальній патології свиней, тому завдають значних економічних збитків. Вони зумовлені зниженням продуктивності тварин, загибеллю, вимушеним забоєм і витратами на проведення лікувальних, оздоровчих і профілактичних заходів [9]. Результати наукових досліджень дозволяють поділити інфекційні респіраторні хвороби свиней в основному на вірусні та бактерійні [2, 6, 10]. У більшості випадків респіраторна патологія проявляється у вигляді асоційованих інфекцій. Наразі однією з найбільш суттєвих ветеринарних проблем свинарської галузі є репродуктивно-респіраторний синдром свиней (РРСС) [11, 13]. Досліджено, що він реєструється з атиповими та з гострим перебігом формами як в Україні, так і в інших країнах світу. Хоча вірус репродуктивно – респіраторного синдрому набув тотального поширення серед свинопоголів'я відносно недавно, але має високу потенційну здатність до варіабельності та постійного еволюювання [15]. Результати серологічного моніторингу серед свійських свиней щодо репродуктивно-респіраторного синдрому в свиногосподарствах України показали, що серопозитивність поголів'я у 2018 р. була на рівні 18,75 %, у 2019 р. – 20,92 % та у 2020 р. – 24,1 %. Такі показники свідчать про постійну наявність та регулярну циркуляцію збудника РРСС у свинарських господарствах на території України [14]. У результаті реплікації вірусу РРСС знижується природна здатність організму свиней захищатися проти дії бактеріальної вторинної мікрофлори, яка, в свою чергу, маскує його присутність. Тому, залучення до інфекційного процесу збудників іншої етіології і постійно мінливі умови всередині господарств, призводять до того, що РРСС може проявлятися без типових для цього захворювання клінічних ознак або маскуватися іншими інфекційними агентами [16, 20]. Найбільш економічно – збитковими для галузі свинарства є факторні інфекційні хвороби свиней, викликані умовно-патогенною мікрофлорою. В підтвердження цього у науковій літературі достатньо інформації про те, що репродуктивно – респіраторний синдром свиней дуже часто проявляється асоціативно з бактерійною мікрофлорою, яка маскує його присутність [4, 13]. Вірус РРСС має особливість локалізуватися в макрофагах легень досить тривалий час і пригнічувати їх функції. У результаті такої реплікації знижується опірність організму тварин, що робить їх сприйнятливими до багатьох збудників вторинних інфекцій, що викликаються умовно – патогенними мікробами [16]. У свинарстві зазвичай циркулює значна кількість та різноманітний спектр патогенних респіраторних бактерій. Найчастіше виділяють *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Pasteurella multocida*, *Salmonella suis*, *Haemophilus parasuis* [1, 3, 5, 7, 10, 12, 19]. Через те, що репродуктивно-респіраторний синдром свиней може маскуватися іншими вторинними інфекціями та проявлятися асоціативно, необхідно проводити постійний епізоотологічний

моніторинг його поширення та розширювати спектр досліджуваних свиногосподарств у кожному регіоні України [18, 19]. З огляду на це, актуальним є своєчасна діагностика асоційованих респіраторних інфекцій з метою ідентифікації домінуючого у патологічному процесі мікроорганізму, визначення його чутливості до антибактеріальних препаратів для застосування науково – обґрунтованих заходів боротьби з такими складними асоційованими респіраторними інфекціями у свинарстві. Наприклад, однією із найбільш розповсюджених інфекційних легневих хвороб свиней у неблагополучних щодо РРСС свиногосподарствах є гемофіліоз – актинобацилярна плевропневмонія [8].

Тому, важливо вчасно розпізнати та діагностувати асоціювану респіраторну інфекцію і запровадити ефективне лікування. Існуючі схеми профілактики не завжди дають очікувані результати. Антибіотикотерапія є одним із засобів контролю захворювання. Для раціональної антибіотикотерапії потрібне пряме ізолювання бактерії *Actinobacillus pleuropneumoniae* та визначення її чутливості до антибактеріальних препаратів.

## Мета дослідження

Мета роботи – з'ясувати характер прояву асоціативного перебігу РРСС у свиней та застосувати науково-обґрунтовані засоби його корекції.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання: дослідити поширеність хвороби, визначити склад бактерійних збудників за асоціюваного перебігу респіраторного синдрому, визначити чутливість виділеної культури домінуючого бактерійного збудника до антимікробних засобів та дослідити ефективність їх застосування.

## Матеріали і методи

Вірусологічні дослідження проводили на базі лабораторії вивчення хвороб свиней ННЦ «ІЕКВМ» м. Харкова, бактеріологічні дослідження та результати одержаних даних обговорювали і систематизували на базі науково-навчальної лабораторії молекулярно – генетичних методів дослідження ім. П. І. Вербицького при кафедрі епізоотології і мікробіології Державного біотехнологічного університету в період 2021 року. Моніторингові дослідження з метою аналізу епізоотичної ситуації щодо РРСС проводили у 6-ти господарствах Полтавської області. Всього піддано епізоотологічному обстеженню 3450 гол. Епізоотологічні дослідження здійснено серед таких вікових груп тварин: поросята віком 20–30 діб, поросята, які знаходяться на дорослуванні у віці 60–80 діб, ремонтний молодняк віком 160–180 діб.

Епізоотологічне обстеження виконували згідно Методичних вказівок щодо епізоотологічного обстеження. Під час проведення епізоотологічного обстеження аналізували причини виникнення захворювань, вивчали клінічні ознаки, патоморфологічні зміни, структуру етіологічних агентів при змішаних формах

перебігу інфекційного процесу за репродуктивно-респіраторного синдрому свиней. Для дослідження клінічного та патологічного матеріалу від свиней застосовували бактеріологічні, вірусологічні та серологічні методи згідно з СОП, що розроблені в лабораторії вивчення хвороб свиней ННЦ «ІЕКВМ» та затверджені Методичною комісією ННЦ «ІЕКВМ» (протокол № 4 від 10 жовтня 2013 р.) [17]. Бактеріологічні дослідження проводили за загальновідомими методиками з використанням спеціальних поживних середовищ для виділення гемофільних бактерій з наступною їх ідентифікацією. Патогенність бактерій встановлювали відповідно до властивостей конкретного збудника.

Для проведення серологічних та вірусологічних досліджень направляли проби клінічного (кров та змиви з носоглотки) та патологічного (зразки легенів, селезінки, нирки, серця, мезентеріальних лімфатичних вузлів) матеріалів від хворих та підозрілих щодо РРСС свиней.

Всього було досліджено 285 проб крові від свиней різного віку. Серологічні дослідження крові на РРСС проводили методом ІФА, виявлення вірусного та генетичного матеріалу – методом ПЛР. Вірусологічні дослідження клінічного і патологічного матеріалу проводили за загальноприйнятими методами з

використанням перещеплюваної лінії культур клітин РК-15 з наступною ідентифікацією вірусів у реакціях імуофлуоресценції (РІФ) та РЗГА щодо збудника РРСС. З метою визначення ефективності лікувальної дії антимікробних засобів було сформовано 5 груп поросят віком від 2 до 4 місяців по 10 голів у кожній. Тваринам чотирьох дослідних груп застосовували антибіотики згідно отриманих результатів чутливості та настанов щодо їх застосування. Контрольній групі тварин № 5 застосовували традиційну схему лікування, яка була запроваджена у господарстві раніше.

### Результати та їх обговорення

При запровадженні клінічного дослідження та діагностики у свиного господарствах звертали увагу на наявність таких респіраторних ознак, як кашель, риніти, важке дихання, пригнічення та швидка втома тварин. Результати серологічних досліджень показали наявність специфічних антитіл до збудника репродуктивно-респіраторного синдрому свиней у чотирьох із шести господарств Полтавської області, що дозволило зробити висновок про раннє їх інфікування артеріовірусом (таблиця 1).

**Таблиця 1**

Результати серологічного моніторингу проб крові на РРСС у поросят відлученого періоду та на дорощуванні

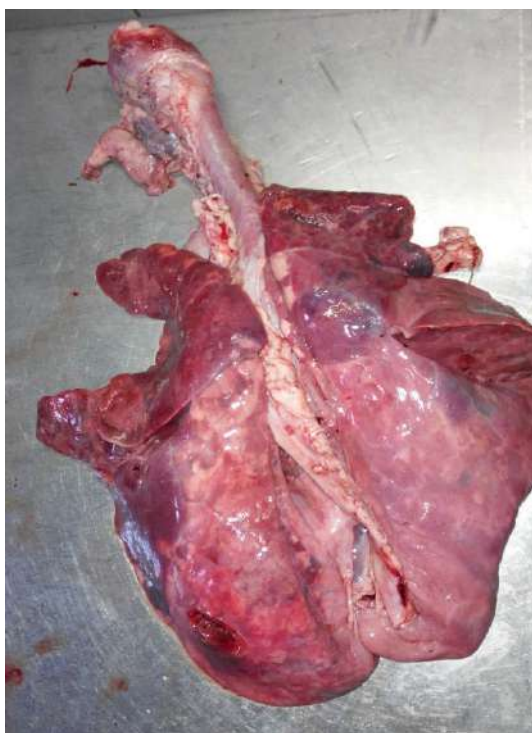
№ з/п	Агропідприємство	Вік тварин, діб	Кількість досліджених, гол.	Кількість серопозитивних тварин, гол (%)
Поросята періоду відлучення				
1	ТОВ «Україна»	28-30	20	8 (40,0)
2	СТОВ «Перемога»	30-34	20	6 (30,0)
3	Ф / Г «Калашника»	28-30	20	12 (60,0)
Поросята періоду дорощування				
1	ТОВ «Сенча Вітас і К»	60-80	20	7 (35,0)
2	ТОВ «Україна»	75-80	20	8 (40,0)
3	СТОВ «Перемога»	65-75	20	9 (45,0)
4	Ф / Г «Калашника»	70-80	20	11 (55,0)
Групи ремонтного молодняку				
1	ТОВ «Сенча Вітас і К»	165-170	30	12 (40,0)
2	ТОВ «Україна»	175-180	30	16 (53,3)
3	СТОВ «Перемога»	160-165	30	21 (70,0)
4	Ф / Г «Калашника»	165-180	30	20 (66,6)

Найвищий пік серопозитивності до РРСС в усіх досліджуваних господарствах було зареєстровано серед ремонтного молодняку. Необхідно зауважити, що останні не були вакциновані проти репродуктивно-респіраторного синдрому свиней. Рівень серопозитивності до збудника репродуктивно-респіраторного синдрому свиней серед тварин з технологічної групи ремонтного молодняку коливався від 53,3 % до 70,0 %. Встановлено, що зі збільшенням віку поросят кількість позитивно реагуючих тварин зростала. Серопозитивність молодняку в усіх обстежених господарствах в середньому складала 48,0 %, що свідчило про значну циркуляцію вірусу РРСС серед досліджуваних вікових категорій.

За результатами власних спостережень прояву клінічних ознак у тварин, уражених вірусом РРСС, на першій стадії загострення хвороби виявляли ознаки важкого дихання з підвищенням температура тіла. Згодом реєстрували яскраво-червоні плями на

поверхні шкіри, які потім забарвлювалися у синій колір. Особливо помітне було характерне забарвлення вух («синє вух»). Також проявлялися інші симптоми – короткочасна втрата апетиту, масові аборти й прохолости свиноматок, лихоманка, порушення розвитку поросят, високий відсоток (до 100%) загибелі новонароджених поросят, викривлення кінцівок із м'язовим тремором і кон'юнктивітами, значний санітарний відхід на дорощуванні. У підсвінків на відгодівлі зниження приростів досягало 50-75%. Під час всього періоду відгодівлі свині споживали менше корму або зовсім відмовлялися від нього. Дуже часто було помічено нервові прояви – тварини поводитися неспокійно, з ознаками агресії і, як наслідок, з випадками канібалізму. Інтенсивний прояв клінічних ознак респіраторного синдрому серед поросят старше 30-45 добового віку свідчив про асоціативний перебіг РРСС. За результатами бактеріологічних досліджень був виділений збудник

актинобацилярної плевропневмонії. Було виявлено, що клінічні ознаки актинобацилярної плевропневмонії у поросят з'являлися уже в 30–45-добовому віці залежно від терміну відлучення від свиноматок та охоплювали до 35 % поголів'я. Найтяжчі прояви інфекції спостерігалися на 70–80-й день життя. Серед свинопоголів'я захворювання протікало із гострим, підгострим та хронічним перебігами. За гострого перебігу у тварин спостерігали прогресивний респіраторний синдром із підвищенням температури тіла до +40 - +41 °С, що закінчувався летальним наслідком впродовж 3–6 діб. Тварини відмовлялися від корму та практично не пили води. Спостерігалися розлади дихання, кашель і дихання ротом. У свиней із підгострим перебігом захворювання проявлялися симптоми пневмонії, лихоманку ремітуючого типу, погіршення апетиту, внаслідок чого значно втрачалася маса тіла, що призводило до зниження приростів. За хронічного перебігу у хворих спостерігали кашель, періодичні підвищення температури тіла, тварини відставали у рості. Частина тварин гинула після загострення процесу, але у деяких свиней наступало одужання. Під час розтину загинувших поросят різного віку встановлено, що у 54 % випадків були ураження легень, характерні для актинобацилярної пневмонії. Під час розтину трупів свиней виявляли двостороннє геморагічне запалення легень із вираженим набряком інтерстиціальної сполучної тканини. Паренхіма легень була щільна, вишнево-червоного забарвлення з фокусами сіруватого кольору. У центральній частині уражених частин легень виявляли 1–2 первинних осередка темно-червоного кольору. Бронхіальні й середостінні лімфовузли були збільшені, часто геморагічні (рис. 1–3).



**Рис. 1.** Геморагічно-фібринозна пневмонія та плеврит за асоціативного перебігу РРСС та АПП



**Рис. 2.** Бронхопневмонія, спричинена *A. pleuropneumoniae*



А



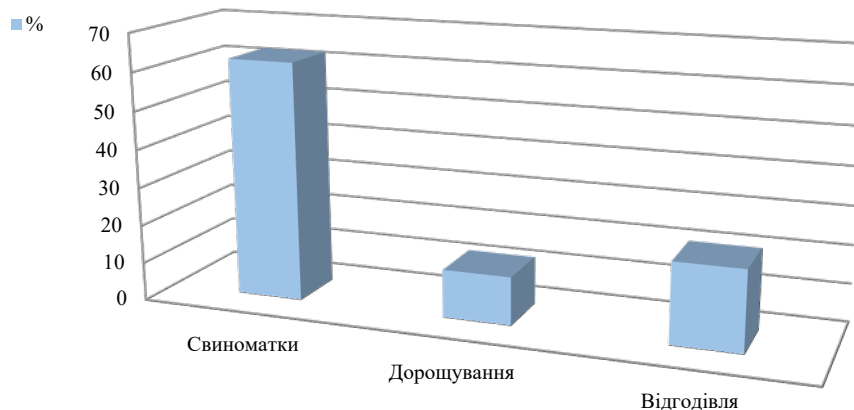
Б

**Рис. 3.** Патолого-анатомічні зміни за асоціативного перебігу РРСС та АПП (А) – гострий, (Б) – хронічний перебіг

Відсоток патолого-анатомічних змін респіраторного тракту, зареєстрованих під час розтину, збільшувався в залежності від віку свиней.

У поросят до віку 1,5 місяці зміни у респіраторному тракті діагностували у 7,5 % випадків, у віці 45 діб їхня кількість різко зростала – до 25,0% випадків, у віці 110-ти діб – до 100 %. За результатами ПЛР дослідження встановлено, що основними етіологічними чинниками інфекційної патології серед досліджуваних тварин стала коінфекція мікроорганізмів РРСС та *A. pleuropneumoniae* 8 серотипу. На думку багатьох науковців актинобацилярна плевропневмонія є однією із проблем в інфекційній патології

серед свиней, особливо у групах дорощування [8]. З метою визначення циркуляції збудника захворювання досліджено серопозитивність до *Actinobacillus pleuropneumoniae* у господарстві (рис. 4). Встановлено, що основними носіями є кнури, свиноматки та ремонтні свинки. Після дослідження вакцинованих свиноматок щодо актинобацилярної плевропневмонії виявлено 62,5 % їх серопозитивності до *Actinobacillus pleuropneumoniae*, що свідчить про достатній імунний захист.



**Рис. 4.** Результати досліджень сироваток крові свиней методом ІФА на наявність антитіл до *Actinobacillus pleuropneumoniae*

У групах на початку дорощування серопозитивних було виявлено на рівні 12,5 %, у більш старших групах – 21,0 %. Низький імунний захист вказує на необхідність запровадження щеплення поросят перед відлученням з метою запобігання інфекції. При виборі антимікробних препаратів необхідно враховувати розвиток резистентності *A. pleuropneumoniae* до дії антибіотиків. Тому важливо перед проведенням антимікробної терапії встановлювати рівень чутливості мікрофлори, виділеної від хворих тварин, до

антибіотиків [11, 14, 16]. Для визначення чутливості досліджуваних штамів *A. pleuropneumoniae* до антибіотиків використовували метод дифузії в агар із застосуванням стандартних паперових дисків. За бактеріологічного дослідження з'ясовано, що більшість ізольованих культур *A. pleuropneumoniae* були мультирезистентними до широкого спектру антибактеріальних препаратів, але всі вони виявилися чутливими до тулатроміцину, данофлосацину, цефтіофуру та цефквіному (таблиця 2).

**Таблиця 1**

Чутливість культур до антимікробних препаратів

№ з/п	Назва діючої речовини	Чутливість (зона відсутності росту бактерій в мм)			фактична
		стійка	помірна	чутлива	
1.	Амоксицилін	≤19	-	≥20	15
2.	Амоксицилін з клавулановою кислотою	≤19	-	≥20	17
3.	Цефтіофур	≤17	18-20	≥21	20
4.	Цефквіном	≤16	16-20	≥20	21
5.	Окситетрациклін	≤14	15-18	≥19	9
6.	Доксициклін	≤12	13-15	≥16	14
7.	Флорфенікол	≤18	19-21	≥22	21
8.	Данофлосацин	-	-	≥22	23
9.	Енрофлоксацин	≤16	17-22	≥23	17
10.	Тулатроміцин	≤14	15-17	≥18	22
11.	Тилмікозин	≤10	11-13	≥14	11
12.	Лінкоміцин	≤17	17-20	≥21	20

Хворих поросят, з гострим перебігом захворювання, віком 2–4 місячного віку поділили на 5 груп по 10 голів у кожній. Тварин чотирьох дослідних груп лікували антибіотиками згідно отриманих результатів чутливості та настанов щодо застосування. Контрольну групу тварин № 5 лікували згідно традиційної схеми, яка застосовувалась

в господарстві, з використанням енрофлоксацину. Для полегшення перебігу пневмонії застосували протизапальні препарати, з врахуванням сумісності комбінації препаратів. Динаміку захворювання відслідковували за клінічними ознаками і результатами лабораторної діагностики (таблиця 3).

Таблиця 1

Протоколи лікування свиней хворих на актинобацилярну плевропневмонію за гострого перебігу

№ групи	Кількість тварин на початок та кінець досліджу	Асоціація патогенів	Лікування
1	10	PPCC + <i>A. pleuropneumoniae</i>	Тулатроміцин – однократно, доза – 2,5 мг/кг.; Мелоксикам – двократно з інтервалом 24 год., доза – 0,4 мг/кг.
2	10		Данофлораксацин – 3 ін'єкції з інтервалом 24 год., доза – 1,25 мг/кг.; Мелоксикам – двократно з інтервалом 24 год., доза – 0,4 мг/кг.
3	10		Цефквіном – 5 ін'єкцій з інтервалом 24 год., доза – 2 мг/25 кг.; Мелоксикам в дозі 0,4 мг/кг – двократно з інтервалом 24 год.
4	10		Цефтіофуру – 3 ін'єкції з інтервалом 24 год., доза – 3,1 мг/кг.; Мелоксикам – двократно з інтервалом 24 год., доза – 0,4 мг/кг.
5	10		Енрофлораксацин – 2 ін'єкції з інтервалом 48 год., доза – 12,5 мг/кг, Дексаметазон – 2–5мг/гол.

Як показали результати запроваджених терапевтичних заходів високий лікувальний ефект отримали у результаті застосування данофлораксацину поросят групи № 2, оскільки виділена культура збудника *A. pleuropneumoniae* показала високу до нього чутливість. Збереженість поросят у дослідній групі № 2 склала 90,0 %. У результаті застосування тулатроміцину поросят дослідної групи № 1 їх збереженість склала дещо менше – 80,0 %. Нишу терапевтичну ефективність отримали у дослідних групах № 3 та № 4 при застосуванні цефквіному та цефтіофуру. Збереженість поросят контрольної групи № 5 склала 40,0 %, що доводить про необґрунтоване застосування антимікробних засобів за асоційованого респіраторного синдрому без перевірки чутливості до них. Проведені дослідження показали, що для раціональної антибіотикотерапії необхідно проводити пряме ізолювання бактерії *Actinobacillus pleuropneumoniae* та визначати її чутливість до антибактеріальних препаратів. Провідні науковці наголошують, що незважаючи на успішність терапії свиней за актинобацилярної пневмонії, потрібно зважати на те, що у збудника може розвиватися резистентність до антибіотиків [9, 15, 20]. Тому важливо перед проведенням антимікробної терапії встановити рівень чутливості мікрофлори, виділеної від хворих тварин до антимікробних засобів. Ефективність лікувальних заходів залежить від своєчасно розпочатого лікування, але за наявності перикардиту і спайок у черевній та грудній порожнині тварини залишаються з патологією, відстають у рості й розвитку.

### Висновки

Підтверджено, що під дією вірусу PPCC організм свиней чутливий до прояву бактеріальної вторинної мікрофлори. За асоційованого перебігу PPCC необхідно запроваджувати його своєчасну діагностику з метою ідентифікації домінуючого у патологічному процесі мікроорганізму. Рівень серопозитивності до збудника репродуктивно-респіраторного синдрому свиней серед поросят коливався від 53,3 % до 70,0 %. У досліджуваних свиногосродарствах Полтавської області було встановлено, що за асоційованого перебігу PPCC було виділено *A. pleuropneumoniae* 8 серотипу. Ізольовані культури *A. pleuropneumoniae* виявилися чутливими до тулатроміцину, данофлораксацину, цефтіофуру та цефквіному. У результаті

науково – обґрунтованого застосування данофлораксацину та тулатроміцину збереженість поросят склала 80,0–90,0 %. З метою раціональної терапії за асоціативного респіраторного перебігу PPCC необхідно проводити пряме ізолювання домінуючої умовно-патогенної мікрофлори та визначати її чутливість до антибактеріальних препаратів.

*Перспективи подальших досліджень.* Подальші дослідження слід спрямовувати на розробку ефективної схеми протиєпізоотичних заходів проти актинобацилярної плевропневмонії для свиногосродарств неблагополучних щодо асоціативного PPCC.

### Конфлікт інтересів

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

### References

- Ainslie-Garcia, M. H., Farzan, A., Jafarikia, M., & Lillie, B. N. (2018). Single nucleotide variants in innate immune genes associated with *Salmonella* shedding and colonization in swine on commercial farms. *Veterinary Microbiology*, 219, 171–177. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.04.017>
- Drolet, R., Larochelle, R., Morin, M., Delisle, B., & Magar, R. (2003). Detection Rates of porcine reproductive and respiratory syndrome virus, porcine circovirus type 2, and swine influenza virus in porcine proliferative and necrotizing pneumonia. *Veterinary Pathology*, 40 (2), 143–148. <https://doi.org/10.1354/vp.40-2-143>
- Ferraz, M. E. S., Almeida, H. M. S., Storino, G. Y., Sonálio, K., Souza, M. R., Moura, C. A. A., Costa, W. M. T., Lunardi, L., Linhares, D. C. L., & de Oliveira, L. G. (2020). Lung consolidation caused by *Mycoplasma hyopneumoniae* has a negative effect on productive performance and economic revenue in finishing pigs. *Preventive Veterinary Medicine*, 182, 105091. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105091>
- Furda, I. L., & Nedosekov, V. V. (2015). Analiz sistemi kontrolyu sa reproductivno - respiratornim sindromom sviney. *Naukovo – Tehnichnyy Byulleten NDTS biobespeki ta Ekologichnogo Kontrolyu Resursiv APK*, 3, 79–82. [in Ukrainian]
- Giacomini, E., Ferrari, N., Pitozzi, A., Remistani, M., Giardiello, D., Maes, D., & Alborali, G. L. (2016). Dynamics of *Mycoplasma hyopneumoniae* seroconversion and infection in pigs in the three main production systems. *Veterinary Research Communications*, 40 (2), 81–88. <https://doi.org/10.1007/s11259-016-9657-6>
- Colomer, M. A., Margalida, A., & Fraile, L. (2019). Improving the management procedures in farms infected with the Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome virus using PDP models. *Scientific Reports*, 9 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46339-w>

7. Li, R., Hu, Y., Ge, M., Zhao, D., Yang, T., Qing, R., & Yu, X. (2019). Analysis of correlation between the detection rate of *Mycoplasma hyopneumoniae* in slaughter pigs and season, climate change, and presence of lung lesions. *Medycyna Weterynaryjna*, 75 (03), 6196–2019. <https://doi.org/10.21521/mw.6196>
8. Losinger, W. C. (2005). Economic impacts of reduced pork production associated with the diagnosis of *Actinobacillus pleuropneumoniae* on grower/finisher swine operations in the United States. *Preventive Veterinary Medicine*, 68 (2–4), 181–193. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2004.12.004>
9. Lunney, J. K., Fang, Y., Ladinig, A., Chen, N., Li, Y., Rowland, B., & Renukaradhya, G. J. (2016). Porcine Reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV): pathogenesis and interaction with the immune system. *Annual Review of Animal Biosciences*, 4 (1), 129–154. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022114-111025>
10. Nathues, H., Woeste, H., Doehring, S., Fahrion, A. S., Doherr, M. G., & Beilage, E. (2013). Herd specific risk factors for *Mycoplasma hyopneumoniae* infections in suckling pigs at the age of weaning. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 55 (1). <https://doi.org/10.1186/1751-0147-55-30>
11. Nelsen, C. J., Murtaugh, M. P., & Faaberg, K. S. (1999). Porcine reproductive and respiratory syndrome virus comparison: divergent evolution on two continents. *Journal of Virology*, 73 (1), 270–280. <https://doi.org/10.1128/jvi.73.1.270-280.1999>
12. Paes, J. A., Leal Zimmer, F. M. A., Moura, H., Barr, J. R., & Ferreira, H. B. (2019). Differential responses to stress of two *Mycoplasma hyopneumoniae* strains. *Journal of Proteomics*, 199, 67–76. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2019.03.006>
13. Prohoryatova, E. V., Pilipenko, A. V., Kolchik, E. V., & Babkin, M. V. (2009). Struktura infektsionnih zaboлевaniy sviney v ho-zyaystvah Ukraini. *Visnik Agrarnoi Nauki*, 5, 84–87. [in Ukrainian]
14. Severin, R. V., Gontar', A. M., Ivanchenko, I. M., Voitenko, R. V., & Ponomarenko, G. V. (2021). Study of the epizootic situation of the associated course of porcine reproductive - respiratory syndrome in farms of the Poltava region. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 7, 115–120. <https://doi.org/10.31890/vttp.2021.07.17>
15. Severin, R. V., Ponomarenko, G. V., Gontar, A. M., Ivanchenko, I. M., Kochmarski, V. A., & Kuzmenko, M. V. (2019). Epizootological monitoring of the circovirus and parvovirus infections and the reproductive and respiratory syndrome in pigs in the South-East region of Ukraine. *Veterinary Science, Technologies Of Animal Husbandry And Nature Management*, 3, 83–89. <https://doi.org/10.31890/vttp.2019.03.13>
16. Sityuk, M. P., Masyuk, D. M., Kokarev, A. V., Kolyada, S. G., Movkalova, G. S., Galka, I. V., Nichik, S. A., Nedosekov, V. V. (2016). Analiz rezultativ serologichnih doslidzhen sviyskikh sviney shchodo reproductivno - respiratornogo sindromu v Ukraini sa 2013–2015 roki. *Veterinarna Meditsina*, 102, 180–185. [in Ukrainian]
17. Stegnyy, B. T., Buzun, A. I., Prohoryatova, O. V., Kolchik, O. V., & Zarembo, O. V. (2010). *Metodichni rekomendatsij z viyavlennya ta kontrolyuvannya emerdszhentnih reproductivno – neonatalnih infektsiy sviney*. Kharkiv. [in Ukrainian]
18. Stepanova, N. O., Bogach, M. V., Bogach, D. M., Sarembo, O. V. (2015). Viprobuвання experimentalnoyi shemi ozdorovlennya sviney vid reproductivno – neonatalnih infektsiy u svinogospodarstvah Odeskoy oblasti. *Veterinarna Meditsina*, 100, 124–128. [in Ukrainian]
19. Yakubchak, O. M., Obshtat, S. V., Mukovos, V. M., Karpulenko, M. S., & Gavrilenko, O. S. (2014). The analysis of the epizootic situation of infectious diseases of pigs in Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 82–85. <https://doi.org/10.31210/visnyk2014.03.14>
20. Zhang, M., Huang, T., Huang, X., Tong, X., Chen, J., Yang, B., Xiao, S., Guo, Y., Ai, H., & Huang, L. (2018). New insights into host adaptation to swine respiratory disease revealed by genetic differentiation and RNA sequencing analyses. *Evolutionary Applications*, 12 (3), 535–548. <https://doi.org/10.1111/eva.12737>

#### ORCID

- R. Severin  <https://orcid.org/0000-0003-2217-8582>  
A. Gontar'  <https://orcid.org/0000-0003-0504-8663>  
R. Voitenko  <https://orcid.org/0000-0002-7902-8342>  
D. Hrinchenko  <https://orcid.org/0000-0001-7617-1576>  
S. Basko  <https://orcid.org/0000-0001-8314-2490>



2023 Severin R. 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 influence of the quality and safety of food products on the health and well-being of the population

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). The influence of the quality and safety of food products on the health and well-being of the population. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 96–104. doi: 10.31210/spi2023.26.02.17

The quality and safety of food products is a global problem, the solution of which requires the consolidation of efforts at the world, national and regional levels. For Ukraine, food security has become particularly acute: environmental pollution with radioactive substances as a result of the accident at the Chernobyl nuclear power plant and other harmful substances of man-made origin, war, lack of high-quality and nutritious food for the population. The majority of the population; all this has a negative effect on health, life expectancy and working capacity. The purpose of our research was to analyze the publications of scientists and highlight the current problems of quality and safety of food products in the context of ensuring food safety and the health and well-being of the population. It was established that the state of the ecological situation in Ukraine has significantly worsened and the scale of environmental pollution with harmful substances has increased several times over the last decade, which enter the human body along the chain: soil - plants - animals - food. Therefore, food products and the conditions and means of their production are the main sources of risks and the object of special attention of scientists and consumers. It has been established that more than 70% of harmful substances enter the human body with food products that pose a threat to health, slowly destroying it, laying the causes of future disorders and diseases. Food adulteration is a global threat. The result of the negative impact of these dangers is the loss of health, a decrease in life expectancy, an increase in mortality due to food poisoning, and a deterioration of the diet due to low-quality products. Many current health issues are related to the activation and integration of food production, the growing contact between humans and animals. Excessive use of antibiotics in animal husbandry has caused the global problem of antibiotic resistance of microorganisms. Food products are one of the ways of formation of antibiotic-resistant strains of bacteria. Bacteria are able to easily exchange genetic information in the environment, which makes it possible to transfer different mechanisms of resistance from one to another. Therefore, the health of people is connected with the health of animals and the hygiene of the environment, which determines the need for close cooperation between doctors of humane and veterinary medicine and specialists in environmental hygiene.

**Keywords:** quality, safety, food products, radionuclides, sanitary quality, antibiotics, nitrates, falsification, antibiotic resistance.

## Вплив якості і безпечності харчових продуктів на здоров'я та добробут населення

В. А. Котелевич | С. В. Гуральська | В. В. Гончаренко

Поліський національний  
університет, м. Житомир,  
Україна

Якість і безпечність харчових продуктів – це глобальна проблема, вирішення якої потребує консолідації зусиль на світовому, національному та регіональному рівнях. Для України продовольча безпека набула особливої гостроти: забруднення навколишнього середовища радіоактивними речовинами внаслідок аварії на ЧАЕС та іншими шкідливими речовинами техногенного походження, війна, відсутність якісного і повноцінного харчування у більшості населення; все це негативно впливає на стан здоров'я, тривалість життя і працездатність. Метою нашого огляду було проведення аналізу публікацій науковців і висвітлення актуальних проблем якості і безпечності харчових продуктів в контексті забезпечення продовольчої безпеки та здоров'я і добробуту населення. Встановили, що стан екологічної ситуації в Україні значно погіршився і масштаби забруднення довкілля шкідливими речовинами за останнє десятиліття збільшилися у декілька разів, які по ланцюгу: ґрунт – рослини – тварини – харчові продукти надходять до організму людини. Тому харчові продукти та умови і засоби їх виробництва є основними джерелами ризиків та об'єктом особливої уваги науковців і споживачів. Встановлено, що понад 70 % шкідливих речовин надходить до організму людини з харчовими продуктами, які завдають загрозу здоров'ю, повільно руйнуючи його, закладають причини майбутніх розладів і захворювань. Глобальною загрозою є фальсифікація харчових продуктів. Результатом негативного впливу цих небезпек є втрата здоров'я, зниження тривалості життя, збільшення смертності при харчових отруєннях, погіршення раціону за рахунок низькоякісних продуктів. Багато актуальних питань охорони здоров'я пов'язані з активізацією та інтеграцією виробництва харчових продуктів, зростаючим контактом між людьми і тваринами. Надмірне застосування антибіотиків у тваринництві спричинило глобальну проблему антибіотикорезистентності мікроорганізмів. Одним із шляхів формування антибіотикорезистентних штамів бактерій є харчові продукти. Бактерії здатні легко обмінюватися генетичною інформацією в навколишньому середовищі, що дає можливість передавати різні механізми резистентності від однієї до другої. Отже, здоров'я людей пов'язане зі здоров'ям тварин та гігієною навколишнього середовища, що обумовлює необхідність тісної співпраці лікарів гуманної і ветеринарної медицини та фахівців з гігієни навколишнього середовища.

**Ключові слова:** якість, безпечність, харчові продукти, радіонукліди, санітарна якість, антибіотики, нітрати, фальсифікація, антибіотикорезистентність.

**Бібліографічний опис для цитування:** Котелевич В. А., Гуральська С. В., Гончаренко В. В. Вплив якості і безпечності харчових продуктів на здоров'я та добробут населення. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 96–104.



Значна частина людства завжди небезпідставно піклувалася про задоволення своїх споживчих потреб екологічно чистими продуктами харчування, вирощеними без застосування у технологічному циклі компонентів, які є шкідливими для здоров'я або потенційно можуть загрожувати здоров'ю населення.

Дослідження науковців підтверджують, що продовольча безпека характеризує відносини на різних рівнях людської спільноти: глобальному, національному, регіональному та місцевому. На сучасному етапі вона пов'язана з міжнародними тенденціями наукового супроводу розвитку усіх галузей агропромислового виробництва [2, 5, 8, 43, 62, 74].

Провідними організаціями, які піклуються про якість і безпечність сільськогосподарської продукції та здоров'я тварин і людей є ФАО (Організація з сільського господарства та продовольства), МЕБ (Міжнародне епізоотичне бюро) і ВООЗ (Всесвітня організація охорони здоров'я). Вони розробили спільні стратегії: «Єдине здоров'я» (One Health) та Глобальне здоров'я (Global health security agenda), Головною метою цієї спільноти є збереження здоров'я людей через утримання здорових тварин і відповідно отримання якісної і безпечної продукції з урахуванням екологічних вимог за принципом «від лану – до столу». Це є ключовою ланкою для забезпечення Продовольчої безпеки і захисту споживача (Consumer protection) у всьому світі [20].

Щоб привернути увагу держав до проблеми якості і безпечності харчових продуктів у грудні 2018 року Генеральна Асамблея ООН своєю резолюцією проголосила 7 червня Всесвітнім днем безпеки харчових продуктів (World Food Safety Day). Проблема продовольчої безпеки має загальнодержавну важливість, адже забезпечує ключовий сегмент Національної та Міжнародної безпеки.

Для України продовольча безпека набула особливої гостроти: забруднення навколишнього середовища радіоактивними речовинами внаслідок аварії на ЧАЕС та іншими шкідливими речовинами техногенного походження, війна, відсутність якісного і повноцінного харчування у більшості населення; все це негативно впливає на стан здоров'я, тривалість життя і працездатність [14, 23, 24, 30, 35–37].

Саме тому одним з найважливіших питань підвищення продовольчої безпеки в Україні є підвищення якості та безпечності продовольства, оскільки їжа і вода на 60–90 % визначають надходження шкідливих речовин, що обумовлює відповідний якісний стан сільськогосподарських угідь, водойм, адже концентрація токсикантів в організмі людини у 100–1000 разів вище, ніж в ґрунті і воді [42].

За повідомленнями учених, провідну роль у загальному комплексі забезпечення продовольчої безпеки займає моніторинг харчових продуктів за показниками якості та безпечності (за вмістом залишків будь яких шкідливих речовин та збудників антропоозоонозних і харчових захворювань) з метою забезпечення охорони здоров'я тварин і людей. Він проводиться з метою перевірки дотримання вимог законодавства про безпечність та якість харчових продуктів операторами ринку [16, 25, 26, 38–40, 48, 77, 78].

Моніторингові дослідження з якості і безпечності харчових продуктів збирають, аналізують, систематизують інформацію щодо забруднення кормів і харчових продуктів залишками небезпечних речовин та контамінації мікроорганізмами.

Багато актуальних питань охорони здоров'я пов'язані з активізацією та інтеграцією виробництва харчових продуктів, зростаючим контактом між людьми і тваринами. Дослідженнями науковців встановлено, що з 1415 відомих мікробів, які заражають людей, 61 % переходить від тварин [60]. Отже, здоров'я людей, пов'язане зі здоров'ям тварин та гігієною навколишнього середовища, що обумовлює необхідність тісної співпраці лікарів гуманної медицини і ветеринарної та фахівців з гігієни навколишнього середовища.

Беручи до уваги те, що останніми роками інтенсивність хімічного, радіаційного та інших видів антропогенного впливу на навколишнє середовище суттєво зросла, а це негативно позначається на здоров'ї людей, питання виробництва якісної і безпечної продукції набуває гострої актуальності [16, 25, 26, 38, 74]. Для нашої країни виготовлення природної екологічно чистої продукції є особливо актуальним у зв'язку з прагненням жителів України звести нанівець вплив на здоров'я, тривалість життя і працездатність шкідливих наслідків від аварії на Чорнобильській АЕС, негативного впливу речовин техногенного походження, відсутності якісного і повноцінного харчування у більшості населення [18, 23, 27–29, 46].

Надмірне застосування антибіотиків у тваринництві спричинило глобальну проблему антибіотикорезистентності мікроорганізмів [41, 69, 73]. На думку учених, існує дуже небезпечний фактор неконтрольованого використання антибіотиків для лікування захворювань тварин, що спричинило поширення антибіотикорезистентних штамів мікроорганізмів та відсутності лікувального ефекту [40, 64, 68, 73].

Одним із шляхів формування антибіотикорезистентних штамів бактерій є харчові продукти. У харчовій промисловості антибіотики застосовують при консервуванні харчових продуктів для подовження терміну зберігання та при обробці тари. Термічна обробка їжі практично не впливає на їх концентрацію. Наразі в Україні законодавчо не заборонено і виробники курятини використовують антибіотики як стимулятори росту у складі кормів. Деякі виробники тваринницької продукції використовують бактерицидні препарати з водою [41].

Бактерії здатні легко обмінюватися генетичною інформацією в навколишньому середовищі, що дає можливість передавати різні механізми резистентності від однієї до другої [40].

Разом зі стічними водами підприємств або за внесення посліду, забрудненого антибіотиками, у якості органічного добрива ці небезпечні речовини забруднюють ґрунт і воду, а у ґрунті, воді та гною вони зберігаються у незмінному стані більше року, тобто поступово відбувається тотальне забруднення довкілля, [31]. Отже, існує потенційна небезпека, що людина і тварина отримують антибіотики щоденно, не знаючи про це. Тому актуальною проблемою

сьогодення є утилізація відходів з тваринницьких об'єктів для операторів, які переробляють побічні продукти тваринного походження, що непризначені для споживання людиною [70, 75, 78, 79]. Тваринницькі приміщення є джерелом накопичення побічних продуктів, які становлять небезпеку у разі неправильної утилізації [71, 72].

Як наголошують учені, побічні продукти тваринного походження є величезною проблемою для сільського господарства будь-якої країни. Тони екскрементів скидаються у річки, а озера перетворюються у їх ями для накопичення, токсичні для атмосфери і ґрунту, що створює небезпеку для людства [75, 76, 79].

За даними Асоціації тваринників України утилізація побічних продуктів в нашій країні здійснює ДП «Укрветсанзавод», до складу якого входить 18 філій в 15 областях. Однак певна частина з них не працює і наслідком є близько 12 тисяч нелегальних сміттєзвалищ щорічно [49].

Постійний взаємозв'язок між людиною, тваринами і навколишнім середовищем сприяють поширенню антибіотикорезистентних бактерій. За результатами досліджень вчених ґрунтової та водної екосистем встановлено, що домінуючими серед виділених мікроорганізмів були патогенні та умовно-патогенні бактерії родини Enterobacteriaceae, резистентні до препаратів, що рекомендовані для застосування комітетом EUCAST. З водної екосистеми було виділено *Klebsiella pneumoniae*, а з ґрунту – *Yersinia pestis*, що здатні викликати запалення легень у людини [64].

Незважаючи на те, що постійно проводиться державний контроль на вміст залишків антибіотиків у харчових продуктах, моніторингові дослідження зразків тваринницької продукції впродовж 2017–2019 років показали, що у 2019 році перевищення були встановлені за 22 видами антибіотиків [34].

За вимогами стандартів ЄС, визначення якості і безпечності меду, окрім органолептичних та фізико-хімічних показників, передбачає визначення гранично допустимих залишків антибіотиків, сульфаніламідів, пестицидів, радіонуклідів, важких металів, ГМО в пилку. Науковці зазначають, що у міжнародних і національних нормативах до продукції бджільництва видна невідповідність у таких важливих показниках, як класифікатор меду, вмісту сахарози, відновлюваних цукрів, показнику електропроводності, гранично допустимої концентрації антибіотиків, вмісту гідроксиметилфурфуролу (ГМФ) [66]. Як зазначає Ференчук В. І., 20–30 % меду виробленого в Україні є непридатним для експорту (забруднений антибіотиками, метронідазолом, сульфаніламидами, нітрофуранами) і споживається на внутрішньому ринку [65]. Тому питання безпечності, якості та конкурентоспроможності продукції вітчизняного виробництва є надзвичайно гострою проблемою сьогодення.

Дослідження німецьких та інших учених визначили глобальну проблему за застосування в рослинництві неонікотиноїдів (препаратів системної дії), які здатні накопичуватися у нектарі та пилку. Ці препарати в 5000–10800 разів отрутніші, ніж ДДТ

та їх напіврозпад в ґрунті 18 років, який супроводжується утворенням ще більш отруйних речовин [63].

Потенційно небезпечні канцерогенні, токсичні, алергічні властивості залишків антибіотиків, споживання забрудненої шкідливими речовинами їжі створює прямий ризик для споживача [18, 34–38, 60]. Прогрес суспільства, особливо в останні роки, супроводжується різким зростанням ризиків для безпечного життя людини, зумовленим подальшим ростом виробництва. Одночасно суспільство збільшує вимоги і гарантії щодо безпечності виробленої продукції [3, 4, 32, 43].

Науковці стверджують, що узгодження напрямів використання антибіотиків у ветеринарії і медицині, реєстрація і каталогізація резистентних штамів із харчового ланцюга та інформування системи охорони здоров'я про антибактеріальні препарати, які варто використовувати з обережністю, відповідальне використання антибіотиків повинно стати ключовим питанням у проблемі подолання антибіотикорезистентності [51].

Моніторинг епідеміологічних чинників в системі управління безпечністю та якістю продуктів забою великої рогатої худоби, проведений науковцями за результатами звітної документації на базі Тульчинського району Вінницької області встановив, що під час проведення передзабійного клінічного огляду в усіх випадках виявлені незаразні захворювання. Під час проведення післязабійної ветеринарно-санітарної експертизи незаразні хвороби становили 83,17 %, інвазійні – 16,83 %, інфекційних захворювань виявлено не було. Враховуючи, що інвазійні хвороби можуть бути небезпечними для людини, автори дослідили їх структуру і встановили, що причинами був ехінококоз і фасціольоз, які спричиняють не лише економічні збитки від зачистки і вибраковки субпродуктів, але й призводять до зниження санітарної якості і безпечності та біологічної цінності продуктів забою [26].

Глобальною загрозою є фальсифікація харчових продуктів. Високі ціни на натуральний мед, а також те, що попит на нього і продукти з додаванням меду в розвинених країнах перевищує пропозиції, роблять його дуже привабливим об'єктом для фальсифікації. Для цього використовують різні харчові добавки: меляса крохмальна і бурякова, цукор тростяний і штучно інвертований, солодкі фруктові соки, крохмаль, борошно, желатин, підгодівля бджіл цукровим сиропом. Слід зазначити, що утримання бджолосімей нерідко здійснюється непрофесійно з передозуванням ветеринарних препаратів, залишкова кількість яких потрапляє у продукти бджільництва, значно знижує їх якість і робить непридатними для споживання [66]. За повідомленнями науковців, 30–50 % меду є фальсифікованим [56].

Нажаль на сьогоднішній день дуже поширена фальсифікація м'яса забійних тварин. Досить часто відбувається фальсифікація м'ясних виробів.

Фальсифікація відбувається шляхом часткового чи повного заміщення компонентів, або додаванням компонентів низької якості з такими дефектами, як ослизнення, гниття, пліснявіння, а також заморожування м'яса з ознаками псування, підміна яловичини

– кониною, кролика – кошачим; реалізація м'яса старих, схудлих, виснажених тварин У великій кількості вносять вологоутримуючі компоненти, штучні ароматизатори, консерванти, барвники, емульгатори, стабілізатори, антибіотики та інші харчові добавки [15, 21, 53, 61, 67, 68].

За повідомленнями науковців, з метою приховування ознак псування м'яса забійних тварин окремі оператори ринку здійснюють обробку його різними хімічними речовинами, здатними знизити інтенсивність неприємного запаху, поліпшити товарний вигляд та продовжити термін зберігання і реалізації, що вимагає визначення небезпечних хімічних факторів під час внутрішнього та державного контролю [3, 5, 7].

Дослідженнями Богатко Н. М. на потужностях з виробництва та обігу м'яса встановлено оброблення м'яса забійних тварин хімічними речовинами, з окрема: хлормістними, розчинами формальдегіду, гідрогену пероксиду, оцтової кислоти, калію перманганату, натрію гідрокарбонату, оцтової кислоти, мийно-дезінфікуючими засобами, що мало негативний вплив на його органолептичні, мікробіологічні, хімічні, токсико-біологічні, мікроструктурні показники. Автором розроблено і впроваджено комплексну систему ризик-орієнтовного контролю безпечності та якості м'яса забійних тварин за виявлення хімічних небезпечних факторів, встановлення мікробіологічних критеріїв та видової належності, вікової відповідності і придатності до споживання на підставі системних підходів простежуваності VACCP і TACCP [5].

Встановлено, що пересортування якісних дорогих сортів ковбас відбувається шляхом навмисної підміни у виробі вищого і першого гатунку м'яса звичайним свинячим шпиком чи сировиною сумнівної якості, яка містить сухожилля. Окрім виробничої фальсифікації ковбасних виробів найчастіше спостерігали інформаційну: неточності, некоректне найменування товару, його кількості, неправильне визначення фірми-виробника, відсутність інформації про наявні домішки, яких не має бути за рецептурою [15].

У гонитві за прибутком для збільшення реалізації своїх товарів і зменшення їх собівартості багато українських підприємств, що виготовляють ковбасну продукцію, використовують нетрадиційні компоненти, соєві текстури та інше. Усі ці чинники, як наголошує автор, негативно впливають на якість і безпечність ковбасних виробів [15].

Спокусою економічної користі є подрібнення м'яса з метою фальсифікації. За результатами мікроструктурного аналізу зразків пельменів і ковбас, виготовлених різними виробниками в Україні встановлено, що всі вони не відповідали зазначеній рецептурі за одним або кількома показниками, а саме: високосортне м'ясо було замінено консервованим, замороженим, субпродуктами (серцевий м'яз), а також наявні вclusions: соєва мука, соєвий білок, карагенан. Така заміна знижує якість кінцевого продукту і дає можливість підприємцями отримувати незаконні прибутки [60].

Об'єктами фальсифікації також можуть бути: упаковка, інформація про харчовий продукт. Тому розрізняють асортиментну (видову), якісну, кількісну, інформаційну і комплексну, що передбачає визначення виду і форми фальсифікації [50].

До продуктів першої необхідності поряд з хлібом та м'ясом відноситься молоко. За класифікацією експертів ФАО ООН воно належить до найцінніших харчових продуктів, без якого неможливо виростити повноцінне молоде покоління людей. Однак, якість і безпечність молока часто незадовільні за поганої якості кормів, недбалості під час доїння, зберігання і транспортування, незадовільного санітарного стану доїльного обладнання та недотримання правил особистої гігієни, невідповідне забезпечення засобами дезінфекції та фільтрації, наявність маститу у корів. Отже, є ризики при виробництві сирого збірного молока.

Більша частина молока надходить на молоко-переробні підприємства з приватних підприємств, де санітарні умови бажають бути кращими, тому воно є мало придатним для виробництва дієтичних молочних продуктів. В останні роки особливо гостро постало питання якості і безпечності молока і молочних продуктів. Загально відомо, що молочний продукт не може бути кращим, ніж молоко, з якого він вироблений [54].

За результатами досліджень зразків свіжовидоєного молока від корів, відібраних на потужності з виробництва молока СТОВ «Бурівське» Городнянського району Чернігівської області встановлено, що вони контаміновані не лише мікрококами, психрофільними бактеріями (*Enterobacter*, *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*), але й патогенними стафілококами, стрептококами і коринебактеріями. Ці мікроорганізми можуть спричиняють не лише запалення молочної залози тварин, а й харчові захворювання у людей [17].

Аналогічну проблему визначено при дослідженні молока в умовах ВАТ «Городенківський сирзавод» Івано-Франківської області при дослідженні молока-сировини від різних суб'єктів господарювання. Встановлено, що від суб'єктів господарювання надходило молоко з температурою охолодження в межах 8,1–8,7°C, а з особистих селянських господарств воно було не- охолодженим і температура була у межах 12,5 – 15,7°C залежно від пори року. У сирому молоці переважали грамнегативні палички (*Acromobacter*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Enterobacter*) та стафілококи. Були виявлені також стрептококи, коринебактерії і лише 3,5 % становили молочнокислі бактерії. У молоці з селянських господарств вміст стафілококів та ентеробактерій був більшим [54].

Дослідженнями учених встановлено фальсифікацію молока торгових марок різних виробників («Віта» і «Яготинське») та молока-сировини, що реалізується на агропромисловому ринку, миочими лужними засобами (відповідно 5 % і 1 %), а також фальсифікацію молока цих виробників водою (відповідно у 10,7±0,03 та 5,39±0,07 %) [13].

Аналіз результатів ветеринарно-санітарної експертизи молока ДЛВСЕ ринку «Березинський»

м. Дніпро за 2018–2020 роки показав, що за цей період було утилізовано 255 кг молока з причин: вади органолептики, високе мікробне забруднення, домішки аномального молока та різні фальсифікації (розбавлення водою, додавання інгібуючих речовин, зняття частини вершків) [1].

Оскільки відповідно до переліку харчових продуктів за ступенем обмінення мікроорганізмами і частотою випадків харчових отруєнь за даними ВООЗ молоко і молочні продукти віднесено до 1 категорії, особливо актуальним є впровадження системи НАССР на підприємствах молочної промисловості. Впровадження цієї системи дозволяє визначити наскільки добре оцінюється рівень із безпеки молочної продукції відповідно до встановлених міжнародних стандартів. Головною перевагою впровадження системи НАССР на молокопереробному підприємстві є постійний контроль за потенційними ризиками під час виробництва на всьому технологічному шляху, а не дослідження кінцевого продукту [12, 13].

На сьогодні значно збільшився ринок молочних продуктів. Оскільки їх виробництво приносить дуже великі доходи виробнику і реалізаторам, а тварин для такої кількості продукції не вистачає, тому часто визначається фальсифікація їх шляхом розбавлення неякісними домішками. Для фальсифікації молочних продуктів використовують добавки дешевих і шкідливих рослинних жирів: пальмового, пальмо-ядрового, кокосового і соєвого. Жири використовують окремо або в суміші. Фальсифікація такої продукції спричиняє негативний вплив на здоров'я споживача [19].

Як зазначають учені, в Україні скорочується виробництво масла, що обумовлено скороченням поголів'я молочного стада. Низька купівельна спроможність населення спричинила виведення на ринок дешевих молокозмісних сурогатних товарів: спред - суміш вершкового масла з маргарином (продуктом гідрогенізації олій, саломас, пальмової олії). За повідомленнями учених, жоден з досліджених 6 видів вершкового масла різних товаровиробників України не відповідав нормативним вимогам [21].

Зазначено, що фальсифікація харчових продуктів у Європі, за даними офіційної статистики, становить 7%, а Україна посідає 10 місце у світі по випуску фальсифікованої продукції. Найбільш небезпечною є фальсифікація молочної продукції із заміною натуральних компонентів дешевими штучними заміниками або хімічними речовинами [19].

За даними науковців, результатом негативного впливу фальсифікації можуть бути: втрата здоров'я, зниження тривалості життя, збільшення смертності при харчових отруєннях, погіршення раціону за рахунок низькоякісних продуктів [6, 8, 10, 11, 43].

В Україні заборонено використання ГМО. При вживанні харчових продуктів з ГМО вони можуть накопичуватись, спричиняти генетичні зміни, впливати на народжуваність і передаватися через механізм спадковості. Проте відбувається масове та безконтрольне використання модифікованого ріпаку, кукурудзи, сої. У ЄС лише молекула ГМО (одне

пилкове зерно) може зупинити експорт 20 т меду [56, 65].

Не менш важливим є питання безпеки харчових добавок у продуктах харчування, адже останнім часом з'явилось багато синтетичних сполук. Здоров'я і добробут сільського населення страждають також від поганого управління водними ресурсами та небажаних методів ведення сільського господарства. Лише 30,1 % населення має доступ до централізованого водопостачання, решта змушена використовувати воду з джерел нецентралізованого характеру, де якість і безпека не завжди відповідають нормативним вимогам за вмістом шкідливих речовин. Питання забруднення водних ресурсів нітратами, які надходять з сільськогосподарськими стічними водами, теж набуло глобального характеру і відображено в Європейському законодавстві (Директива № 91/676/ЄЕС). Дослідження джерел нецентралізованого водопостачання з 15 областей України встановили перевищення за вмістом нітратів в 10 областях. Найбільш критичною є ситуація в сільських населених пунктах Херсонської області. Середній вміст нітратів становив майже 14 ГДК для господарств з традиційним землеробством та 7 ГДК для населених пунктів з органічним [59].

Актуальною є проблема радіаційної небезпеки. На сучасному етапі до основних чинників належить внутрішнє опромінення внаслідок надходження радіонуклідів Цезію і Стронцію з харчовими продуктами [27, 35–39, 47, 58]. Існує значна кількість наукових досліджень, які підтверджують шкідливий вплив радіації на здоров'я населення [22, 24, 33, 55].

Радіоактивне забруднення імовірно має сильний вплив на індивідуальну пристосованість сьогоденішнього і майбутнього покоління з потенційно суттєвими наслідками для населення, навіть поза межами районів, забруднених радіоактивними речовинами. Зростають ризики онкологічних захворювань, особливо дітей, порушення розвитку нервової системи, низький коефіцієнт розумового розвитку (IQ), серцево-судинні захворювання. Серед дитячих онкозахворювань переважають лейкози та онкологічні захворювання центральної нервової системи [33, 55, 74].

Існуюча криза екологічної ситуації, демографічні параметри та спосіб життя населення України зумовлюють зростання рівня онкологічних захворювань і смертності від раку навіть у людей відносно молодого віку. Негативний вплив радіаційного опромінення буде виявлятися через багато років [29].

Як зазначають учені, обсяг протирадіаційних заходів, медико-соціальний захист жителів забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС територій недостатній і не повністю запобігає радіоактивним ризикам для здоров'я населення, що потребує подальшого вирішення цих проблем та моніторингових досліджень [74]. Науковці наголошують, що для протидії радіаційної небезпеки слід постійно проводити моніторингові дослідження, враховувати рівень забруднення та обсяги споживання продуктів місцевого виробництва і дарів лісу, адже на територіях потерпілих районів Житомирської, Рівненської областей впродовж всіх років і до

цього часу після аварії на ЧАЕС спостерігається значні перевищення ДР-2006 питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  в цих продуктах [35–39, 47, 52, 58]. Встановлено, що за активністю акумуляції радіонуклідів гриби від декількох десятків до сотень разів перевищують рослинну продукцію. Зокрема, питома активність  $^{137}\text{Cs}$  у зразках грибів, зібраних у північних районах Житомирської області (у лісах Народицького і Овруцького районів), становила 1590–12870 Бк/кг, чорниці – 268–1120 Бк/кг. Вживання таких дарів лісу може призвести до накопичення радіоцезію в організмі населення і спричинити загрозу здоров'ю [58].

Харчові продукти та умови і засоби їх виробництва є основними джерелами ризиків, які є об'єктом особливої уваги фахівців. За повідомленнями науковців, понад 70 % шкідливих речовин надходить до організму людини з харчовими продуктами, які завдають загрозу здоров'ю, повільно руйнуючи його, закладають причини майбутніх розладів і захворювань [14, 30, 35, 39].

Інтенсивне використання органічних і мінеральних добрив, техногенне забруднення навколишнього середовища, застосування антибіотиків та інших засобів з лікувальною метою і у складі раціонів при відгодівлі тварин через харчові продукти спричиняють негативний вплив на стан здоров'я населення.

Потенційно небезпечні канцерогенні, токсичні, алергічні властивості залишків антибіотиків, споживання забрудненої шкідливими речовинами їжі створює прямий ризик для споживача [18, 29, 34, 51, 60].

Відомо, що однією з основних проблем охорони здоров'я населення у світі є сальмонельоз птиці, оскільки важливі джерела білка (риба, морепродукти, продукція птахівництва) часто є резервуарами сальмонел. Недостатнє очищення стічних вод тваринницьких підприємств, безперервна міграція дикої і синантропної птиці створюють передумови для поширення стійких штамів сальмонел у природі. Проведення моніторингу сальмонельозу, як зазначають вчені, є актуальним питанням у науковому та практичному відношенні. За результатами досліджень учених було встановлено, що 1,7 % ряду курячих та 2,01 % водоплавної птиці від загального поголів'я птиці були сальмонелоносіями [25].

Глобалізація ринку харчової продукції за останні роки призвела до необхідності вирішувати проблему якості і безпечності харчових продуктів й зменшення ризиків їх негативного впливу на здоров'я населення. Нагляд та контроль за забрудненням харчових продуктів є важливим інструментом оцінки ризиків виникнення харчових захворювань [9, 44, 45].

У міжнародній практиці для забезпечення безпечності харчових продуктів створено збірку міжнародно схвалених стандартів на харчові продукти Кодекс аліментаріус (Codex Alimentarius), розроблених під керівництвом FAO/WHO для забезпечення захисту здоров'я споживачів та приватної практики в торгівлі ними. Відповідно до цього для управління безпекою харчових продуктів має бути введена обов'язково система HACCP.

В Україні відбуваються реформи у питаннях адаптації правового режиму з питань безпечності та якості харчових продуктів в повну відповідність до міжнародного законодавства. Проте, актуальність ісвітлених проблем у формуванні ефективної й дієвої державної політики, пріоритетною метою якої є забезпечення достойного рівня добробуту населення, залишається беззаперечним. За таких умов державне управління безпекою продовольства для населення, як однією з важливих складових добробуту населення, має бути рішучим і відповідальним.

## Висновки

1. Для України продовольча безпека набула особливої гостроти: забруднення навколишнього середовища радіоактивними речовинами внаслідок аварії на ЧАЕС та іншими шкідливими речовинами техногенного походження, війна, відсутність якісного і повноцінного харчування у більшості населення; все це негативно впливає на стан здоров'я, тривалість життя і працездатність.

2. Забезпечення достойного рівня добробуту населення залишається беззаперечним. За таких умов державне управління безпекою продовольства для населення, як однією з важливих складових добробуту населення, має бути рішучим і відповідальним.

*Перспективи подальших досліджень* будуть направлені на моніторингові дослідження харчових продуктів з питань якості і безпечності як одного з дійових заходів у вирішенні питань продовольчої безпеки та добробуту населення в Україні.

## Конфлікт інтересів

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

## References

1. Biben, I. A., & Drahn, M. K. (2021). Veterynarno-sanitarna ekspertyza moloka v umovakh derzhavnoi laboratorii veterynarno-sanitarnoi ekspertyzy rynku «Berezynskyi» mista Dnipro. *Aktualni problemy pidvyshchennia yakosti ta bezpeka vyrobnytstva y pererobky produktsii tvarynnytstva: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, (Dnipro, 4 chervnia 2021 roku)*. Dnipro [in Ukrainian]
2. Bohatko, N. M., Bohatko, L. M., Salata, V. Z., Semaniuk, V. I., Serdiuk, Ya. E., & Shchurevych, H. P. (2017). Veterynarno-sanitarnyi kontrol bezpechnosti ta yakosti miasnykh produktiv. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii im. S. Z. Gzhytskoho*, 19, 73, 7–10. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7302> [in Ukrainian]
3. Bohatko, N. M. (2019). Toksyko-biologichna otsinka miasa zabiynykh tvaryn za umovy obroblennia myno-dezynfikiuchymy zasobamy pry vyrobnytstvi ta obihu. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 166–175. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.21> [in Ukrainian]
4. Bohatko, N. M., Bohatko, L. M., & Dudus, T. V. (2019). Kontrol mikro-biologichnykh kryteriiv u miasi zabiynykh tvaryn. *Osvitno-naukovi aspekty kontroliu infektsiynykh khvorob tvaryn v Ukraini: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Kyiv. [in Ukrainian]
5. Bohatko, N. M. (2021). Teoretychne ta eksperymentalne obhruntuvannia zastosuvannia ekspresnykh metodykh vyavlennia khimichnykh nebezpechnykh faktoriv miasa zabiynykh tvaryn. *Abstract candidate tesis*. Kyiv [in Ukrainian]

6. Bohatko, N. M., Yatsenko, I. V., Fotina, T. I., & Bohatko, L. M. (2020). Vyiavlennia v miasi zabiinykh tvaryn bakterii mikrostrukturnym ekspres-metodom ta otsinka yoho bezpechnosti. *Dynamics of the development of world science: abstract book V International scientific and practical conference, Vancouver, 22–24 January 2020*. Vancouver, Canada [in Ukrainian]
7. Bohatko, N. M. (2020). Ryzyk-orientovanyi kontrol miasa zabiinykh tvaryn na potuzhnostiakh z vyrobnytstva ta obihu za vstanovlennia khimichnogo nebezpechnoho chynnyka. *Naukovi doslidzhenia dlia orhanichnogo biznesu. Tvarynnytstvo zarady gruntu: tezy dopovidei mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii v ramakh IV Mizhnarodnogo «Konhresu Orhanichna Ukraina 2020», (m. Kyiv, 4 kvitnia 2020 roku.)*. Kyiv [in Ukrainian].
8. Bohatko, N. M. (2020). Vprovadzhenia kompleksnoi systemy kontroliu shchodo vstanovlennia khimichnogo nebezpechnoho chynnyka v miasi zabiinykh tvaryn na potuzhnostiakh z vyrobnytstva ta obihu. *Vprovadzhenia systemy NASSR v Ukraini. Aktualni pytannia nauky i praktyky: tezy dopovidei vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii v online rezhymi, m. Kyiv, 24 chervnia 2020 roku*. Kyiv [in Ukrainian]
9. Bohatko, N. M., Yatsenko, I. V., Dudus, T. V., & Bukalova, N. V. (2017). Identifikatsiia ryziky kharchovykh produktiv vid lanu do stolu v rozrizi kontseptsii «ledyne zdorovia». *Epizootolohiia, zdorovia ta dobrobut tvaryn. Vyklyky suchasnosti: tezy dopovidei mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, (Kyiv, 12 veresnia 2017 roku)*. Kyiv [in Ukrainian]
10. Bohatko, N. M., & Bohatko, L. M. (2019). Sudovo-veterynarna ekspertyza miasa zabiinykh tvaryn za vstanovlennia yoho falsyfikatsii. Kontrol mikrobiolohichnykh kryteriiv u miasi zabiinykh tvaryn. *Osvitno-naukovi aspekty kontroliu infektsiinykh khvorob tvaryn v Ukraini: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Kyiv, 28 lystopada 2019 roku)*. Kyiv [in Ukrainian]
11. Bohatko, N. M. (2018). Identifikatsiia vydovoi nalezhnosti miasa zabiinykh tvaryn za rozroblenyi ekspresnyy metodamy. *Orhanichne vyrobnytstvo: osvita i nauka: tezy dopovidei vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Kyiv, 1 lystopada 2018 roku)*. Kyiv [in Ukrainian]
12. Bogatko, N., Liasota, V., Bukalova, N., Artemenko, L., Bogatko, L., Salata, V., & Dashkovskyy, O. (2018). Sanitarno-hihiienichna otsinka moloka koroviacihoho ryznykh vyrobnykiv vidpovidno do mizhnarodnykh vymoh. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (83), 88–92. <https://doi.org/10.15421/nvvet8317>
13. Bohatko, N. M., Bohatko, L. M., Salata, V. Z., Freiuk, D. V., & Savchuk, H. V. (2018). Zabezpechennia bezpechnosti moloka ta molochnykh produktiv na pererobnykh pidpriemstvakh Ukrainy. *Naukovyi visnyk Lvivskoho Natsionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho*, 20 (83), 83–87. <https://doi.org/10.15421/nvvet831>
14. Boiko, P. K., Kurtiak, B. M., Zinchuk, M. I., Pundiak, T. O., Panashchuk, I. V., Hnasiuk, R. M., Dudkovska, N. V., Tsiss, M. M., & Komovych, L. V. (2017). Kharakterystyka rivniv zabrudnennia dovhoisnuichymy radionuklidamy <sup>137</sup>Cs i <sup>90</sup>Sr kormiv, produktiv tvarynnytstva i roslynnytstva na terytorii Volynskoi oblasti za period 1991 – 2016 rr. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho*, 19 (78), 13–17. <https://doi.org/10.15421/nvvet7803> [in Ukrainian]
15. Bondarenko, M. (2021). Identification as a means of detecting counterfeiting of sausages. *Theory and Practice of Forensic Science and Criminalistics*, 23 (1), 225–235. <https://doi.org/10.32353/krife.1.2021.17>
16. Bomba, P. K., Kurtiak, B. M., Zinchuk, M. I., Pundiak, T. O., Panashchuk, I. V., Hnasiuk, R. M., Dudkovska, N. V., Tsiss, M. M., & Komovych, L. V. (2017). Kharakterystyka rivniv zabrudnennia dovhoisnuichymy radionuklidamy <sup>137</sup>Cs i <sup>90</sup>Sr kormiv, produktiv tvarynnytstva i roslynnytstva na terytorii Volynskoi oblasti za period 1991–2016 rr. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnogo Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho*, 19 (78), 13–12. <https://doi.org/10.15421/nvvet7803> [in Ukrainian]
17. Bukalova, N. V., Prylpyko, T. M., Bohatko, N. M., Liasota, V. P., Dzhamil, V. I., Utechenko, M. V., & Bohatko, L. M. (2022). Sanitary and hygienic control of cow's milk production and its microbiological analysis. *Taurida Scientific Herald. Series: Technical Sciences*, 3, 119–127. <https://doi.org/10.32851/tv-tech.2022.3.13>
18. Valerko, R. A., & Herasymchuk, L. O. (2019). Orhanichne silske hospodarstvo yak faktor vplyvu na vmist nitrativ u pytnii vodi dzherel nentralizovanoho vodopostachannia silskykh naselennykh punktiv. *Ekolohichni Nauky*, 3 (30), 124–133. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.21> [in Ukrainian]
19. Havrylovska, M. O., & Yanchenko, N. V. (2020). Problemy identyfikatsii falsyfikatsii molochnykh produktiv. *Aktualni problemy teorii i praktyky ekspertyzy tovariv: materialy 7 mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (m. Poltava, 2-3 kvitnia 2020 roku)*. Poltava [in Ukrainian]
20. Hadzalo, Ya. M. (2017). Vyrishennia prodovolchoi bezpeky Ukrainy v konteksti realizatsii spilnoi stratehii MEB, VOOZ ta FAO «ledyne zdorovia». *Veterynarna Medytsyna*, 103, 5–7. [in Ukrainian]
21. Haidei, O. S., Balanchuk, Z. S., & Tyshkivska, N. V. (2018). Problemy falsyfikatsii miasnykh produktiv v Ukraini. *Naukovyi Visnyk Veterynarnoi Medytsyny*, 1, 5–11. [in Ukrainian]
22. Hniti, N. V., Dmitrieva, A., & Bondar, I. (2020). Ekspertyza vershkovoho masla. *Aktualni problemy teorii i praktyky ekspertyzy tovariv: materialy VII mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (Poltava, 2-3 kvitnia 2020 roku)*. Poltava [in Ukrainian]
23. Hreben, A. O. (2016). Radiatsiina situatsiia ta osoblyvosti stanu zdorovia naselennia Poliskykh raioniv Rivnenskoï oblasti. *Suchasni ekolohichni problemy Ukrainського Polissia ta sumizhnykh terytorii (do 30-oi richnytsi avarii na ChAES): materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Nizhyn, 20-22 kvitnia 2016 roku)*. Nizhyn [in Ukrainian]
24. Hrodzinska, H. A., & Nebesnyi, V. B. (2020). Otsinka doz vnutrishnoho oprominennia vnaslidok spozhyvannia dykoroslykh shapynkovykh hrybiv Ukrainського Polissia. *Ekolohichni problemy navkolyshnogo seredovyshcha ta radiatsiinoho pryrodokorystuvannia v konteksti staloho rozvytku: materialy 3 mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Kherson, 22-23 zhovtnia 2020 roku)*. Kherson [in Ukrainian]
25. Hlebova, K. V., Maiboroda, O. V., & Kolomiets, Yu. V. (2016). Monitoryng rezystentnosti do antybiotychnykh preparativ salmonel, izolovanykh vid ptytsi na terytorii Ukrainy. *Veterynarna Medytsyna*, 102, 138–140. [in Ukrainian]
26. Gorobei, A. M., Khimich, M. S., Mikhelson, L. P., Matviishyn, T. S., Gorobei, A. A., & Rudenko, E. V. (2018). Monitoring of epidemiological factors in the system of safety and quality management for the products of slaughter of cattle. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20 (83), 176–182. <https://doi.org/10.15421/nvvet8334>
27. Hushchuk, V. I., Sachuk, R. M., Katiukha, S. M., & Hushchuk, I. V. (2016). Otsinka radioaktyvnoho zabrudnennia produktiv kharchuvannia roslynnoho ta tvarynnoho pokhodzhennia v pivnichnykh raionakh Rivnenskoï oblasti. *Veterynarna Biotekhnolohiia*, 28, 62–68. [in Ukrainian]
28. Hrebniak, M. P., & Fedorchenko, R. A. (2016). Toksykologohihiienichna otsinka nitratnoho navantazhennia produktamy kharchuvannia na orhanizm ditei. *Problemy Kharchuvannia*, 2, 48–54. [in Ukrainian]
29. Hudkov, I. M. (2021). Uroky Chornobyliia ta suchasni problemy radiobiolohii. Chornobylska katastrofa. *Aktualni problemy, napriamky ta shliakhy yikh vyrishennia: zbirnyk prats uchasykiv mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Zhytomir, 22-23 kvitnia 2021 r.)*. Zhytomir: Poliskyi natsionalnyi universytet [in Ukrainian]
30. Dmukhalska, Y. B., & Korda, M. M. (2022). Age features of changes of indicators in endogenous intoxication and membrane state under heavy metals and glyphosate action. *Medical and Clinical Chemistry*, 4, 22–29. <https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681X.2021.i4.12729>
31. Dobarzhan, Yu. V., Metelyia, R. V., & Shevchenko, L. V. (2018). Zalyshkovy vmist antybiotykyv u kurchat promysloвого стада. *Kontrol bezpeky kharchovykh produktiv. Ukraina-ES: nevyrishenni pytannia: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Kyiv, 19-20 kvitnia 2018)*. Kyiv [in Ukrainian]
32. Dubin, O. M., & Vasylenko, O. V. (2017). Otsinka yakosti produktiv bdzhilnytstva v suchasnykh ekolohichnykh umovakh Cherkaskoi oblasti. *Visnyk Umanskoho natsionalnogo universytetu sadivnytstva*, 4, 12–17. [in Ukrainian]

33. Koval, S. V., Hluzman, D. F., Ivanivska, T. S., Zavelevych, M. P., Filchenkov, O. O., & Radionova, N. K. (2020). Doslidzhennia rozpodilu riznykh nozologichnykh form zakhvoriuvan v strukturi novoutvoren limfoidnoi tkanyny u meshkantsiv zabrudnenykh radionuklidamy oblasti Ukrainy. *Radiatsiina i tekhnohenko-ekolohichna bezpeka liudyny ta dovkilia: tezy dopovidei XVI mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Oliviiskyi forum – 2020: Stratehii krain Prychornomorskoho rehionu v heopolitychnomu prostori)*. [in Ukrainian]
34. Klyap, N. I., Krachkovska, O. O., Maslyuk, A. V., Mostipan, K. S., & Kyivska, G. V. (2020). Control of antibiotics residual amounts content in products of animal origin. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 187–193. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.23>
35. Kotelevych, V. A. (2019). Aktualni problemy yakosti ta bezpechnosti kharchovykh produktiv v konteksti zabezpechennia prodovolchoi bezpeky v Zhytomyrskomu rehioni. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii im. S. Z. Gzhytskoho. Seria: Veterynarni nauky*, 21 (93), 155–159. [in Ukrainian]
36. Kotelevych, V. A. (2017). Veterynarno-sanitarna otsinka yakosti i bezpechnosti kharchovykh produktiv u Zhytomyrskomu rehioni. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii im. S. Z. Gzhytskoho*, 19 (78), 58–61. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7812> [in Ukrainian]
37. 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/nvlvet10325>
38. Kotelevych, V. (2019). Actual problems of food safety for the population living in the contaminated areas due to the Chernobyl disaster in the context of food security. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 21 (95), 156–160. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9529>
39. Kotelevych, V. A., & Pinskyi, O. V. (2022). Suchasnyi stan bezpechnosti kharchovykh produktiv shchedo vmistu <sup>137</sup>Cs porivniano z 2010 rokom. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 208–220. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.04.29> [in Ukrainian]
40. Korniienko, L. Ye., Tsarenko, T. M., Bilyk, S. A., & Savcheniuk, M. O. (2018). Antybiotykorystennist zbudnykiv streptokoku porosiat i teliat. *Veterynarna Biotekhnologia*, 32 (1), 377–386. [in Ukrainian]
41. Kucheruk, M. D., Zasekin, D. A., Vygovskaya, L. N., & Ushkalov, V. A. (2018). Antibiotic resistance of new strains microorganisms. *Bioresursi i Prirodokoristuvannâ*, 10 (5–6). <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.026>
42. Koshkaldia, I. V., & Sheludko, L. V. (2018). Pidvyshchennia yakosti ta bezpeky prodovolstva v Ukraini. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seria: Ekonomika i Menedzhment*, 6 (76), 39–43. [in Ukrainian]
43. Lozova, T. M., & Synyshyn, S. V. (2020). Suchasni problemy bezpechnosti kharchovykh produktiv. *Yakist i bezpechnist kharchovoi produktii i syrovyny – problemy sohodennia: materialy mizhnarodnoi konferentsii (Lviv, 25 veresnia 2020)*. Lviv [in Ukrainian]
44. Lopatiuk, O. V. (2020). Otsinka ekolohichnykh ta sotsialno-ekonomichnykh umov prozhyvannia silskoho naselennia Polissia Ukrainy u vidalenyi period pislia avarii na ChAES *Extended abstract of candidate's thesis*. Poliskiy natsionalnyi universytet, Zhytomyr [in Ukrainian]
45. Lototska, O. V., & Prokopov, V. O. (2018). Otsinka ryzyku spozhyvannia pytnoi vody z pidvyshchenym vmistom nitrativ na zdorov'ia naselennia Ternopilskoi oblasti. *DVNZ «Ternopilskiy Derzhavnyi Medychnyi Universytet im. I. Ya. Horbachevskoho MOZ Ukrainy»*, 35, 21–23. [in Ukrainian]
46. Malanchuk, T. V. (2012). Kontrol za vidpovidnistiu produktii vymoham dodatkovykh yakisnykh pokaznykiv, ekolohichnykh kryteriiv. *Pravovyi Visnyk Ukrainiskoi Akademii Bankivskoi Spravy*, 1 (6), 64–67. [in Ukrainian]
47. Malimon, Z. V., Salata, V. Z., Kochetova, G. S., Prokopenko, T. O., & Gusak, L. M. (2020). Analysis of radiouclide contamination of forestry products on the territory of Ukraine 2013–2019. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 22 (97), 47–51. <https://doi.org/10.32718/nvlvet9709>
48. Nazar, B. N. (2017). Neobkhdnist udoskonalennia systemy monitorynhu toksykantiv v Ukraini. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii im. S. Z. Gzhytskoho. Seria: Silskohospodarski Nauky*, 19 (82), 141–144. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8229> [in Ukrainian]
49. Nazarenko, O. V., & Reshetniak, N. B. (2016). Utylizatsiia vidkhordiv yak perspektyvna haluz natsionalnoi ekonomiky. *Visnyk Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu «Kharkivskiy Politekhnicnyi Instytut»*, 27 (1199), 38–42. [in Ukrainian]
50. Naiver, I. L., & Zaiats, Ya. I. (2020). Problemy identyfikatsii ta vyavlennia falsyfikatsii ob'ektiv doslidzhennia v sudovykh tovaroznachenykh ekspertyzakh. *Aktualni problemy teorii i praktyky ekspertyzy tovariv: materialy 7 mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (Poltava, 2–3 kvitnia 2020 roku)*. Poltava [in Ukrainian]
51. Patrabo, V. V., & Rotar, D. V. (2014). Protymikrobnii zasoby u produktakh kharchuvannia – nova zahroza formuvannia antybiotykorystennosti mikroorganizmiv. *Bukovynskiy Medychnyi Visnyk*, 18 (4 (72)), 233–236. [in Ukrainian]
52. Poltavchenko, T. V., Bohatko, N. M., & Parfeniuk, I. O. (2017). Zabrudnennia radionuklidamy kormiv, produktiv tvarynnoho y roslynnoho pokhodzhennia v Rivnenskyi oblasti. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii im. S. Z. Gzhytskoho. Seria: Veterynarni Nauky*, 19, 82, 189–191. [in Ukrainian]
53. Pryimak, V. V., Semeniuk, S. K., & Laska, S. S. (2018). Ekolohichna otsinka vmistu nitrativ u roslynnyi produktii. *Tavriskiy Naukovyi Visnyk*, 101, 220–224. [in Ukrainian]
54. Prylypko, T. M., & Bukalova, N. V. (2016). Otsinka pokaznykiv yakosti i bezpechnosti moloka pry nadkhozhdzheni na molokoperobne pidpriemstvo vid riznykh sub'ektiv hospodariuvannia. *Naukovyi Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho universytetu Veterynarnoi Medytsyny ta Biotekhnologii im. S. Z. Gzhytskoho*, 18 (2(67)), 212–215. [in Ukrainian]
55. Pushkarova, T. I., Honchar, L. O., Yatsemyrskiy, S. M., Samson, Yu. M., Vasylenko, V. V., & Kavardakova, N. V. (2020). Formuvannia hrupy ryzyku rozvytku hematolohichnoi patolohii u detiachoho naselennia, yake zaznaie vplyvu radiatsiinykh chynnykiv dovkilia pislia avarii na ChAES. *Radiatsiina i tekhnohenko-ekolohichna bezpeka liudyny ta dovkilia: tezy dopovidei XVI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Oliviiskyi forum – 2020: Stratehii krain Prychornomorskoho rehionu v heopolitychnomu prostori)* [in Ukrainian].
56. Piaskivskiy, V. M., Verbelchuk, T. V., & Verbelchuk, S. P. (2017). Zahrozy ta vymohy chasu do bezpeky produktiv bdzhilnytstva. *Problemy ta shliakhy intensyfikatsii vyrobnytstva produktii tvarynnytstva: tezy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii 23 bereznia 2017 roku*. Dnipropetrovsk [in Ukrainian]
57. Radionova, K. O., & Palii, A. P. (2017). Kontaminatsiia miasa tvaryn i pytsi ta zasoby yikh znyzhennia. *Kharchova Nauka i Tekhnologia*, 11 (4), 64–70. [in Ukrainian]
58. Romanchuk, L., Lopatiuk, O., Kovalchuk, Y., & Kovalyova, S. (2019). Evaluation of the content of <sup>137</sup>Cs radionuclide in food products of forest origin of residents of radioactively contaminated territories in the long-term period after the Chernobyl Accident. *Scientific Horizons*, 84 (11), 108–112. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-84-11-108-112>
59. Romanchuk, L. D., Valerko, R. A., Herasymchuk, L. O., Kravchuk, M. M. (2021). Otsinka vplyvu orhanichnoho silskoho hospodarstva na vmist nitrativ u pytnii vodi v silskykh naselenykh punktakh Ukrainy. *Ukrainskyy ekolohichnyi zhurnal*, 11 (2), 17–26. [https://doi.org/10.15421/2021\\_71](https://doi.org/10.15421/2021_71) [in Ukrainian]
60. Salmanov, A. H., & Ruban, O. M. (2017). Vzaïmozv'язok zdorovia liudei, tvaryn i navkolyshnoho seredovyshcha. *Infektsiinyi kontrol ta antymikrobnna rezystentnist u haluzi hromadskoho zdorovia i veterynarii: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu (Kyiv 1.06.2017)*. Kyiv [in Ukrainian]
61. Senchenko, A. P. (2013). Vyznachennia falsyfikatsii miasnykh i miaso-roslynnykh vyrobiv mikrostrukturnym metodom. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seria: «Veterynarno Medytsyna»*, 2 (32), 62–65. [in Ukrainian]
62. Sliva, Yu. (2021). Development of a method for assessing risks of food fraud and food defense as a component of food safety management. *Naukovyi Dopovidi Nacional'nogo Universytetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannâ Ukraini*, 1 (89). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.010>
63. Tverdokhlib, Z. (2017). Pestytysydy i bdzholy. *Ukrainskyy Pasichnyk*, 1, 23–24. [in Ukrainian]
64. Tymoshchuk, S., & Symochko, L. (2020). Spread of antibiotic-resistant bacteria in the environment. *Ecological Sciences*, 2 (2), 11–15. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.2-29.2.2>

65. Ferenchuk, V. I. (2016). Zvidky berutsia antybiotyky u medi? *Pasika*, 3, 3. [in Ukrainian]
66. Hamid, K., Pushkar, T., & Gurko, E. (2020). Suchasni problemy yakosti ta bezpechnosti medu naturalnoho. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 96, 77–83. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2020.96.09>
67. Yatsenko, I. V., Bohatko, N. M., Busol, L. V., Zhylyna, V. M., & Parylovskiy, O. I. (2020). Vyznachennia stupenia psuvannia miasnykh farshiv u sudovii ekspertyzi kharchovykh produktiv. *Innovative development of science and education: abstracts of the report II International scientific and practical conference, Athens, 26–28 April 2020*. Athens, Greece.
68. Yatsenko, I. V., Bohatko, N. M., Busol, L. V., Parylovskiy, O. I., & Kolomoiets, D. K. (2020). Vyjavlennia falsyfikatsii miasnykh farshiv dodanym krokhmalem u sudovii ekspertyzi kharchovykh produktiv. *Eurasian scientific congress: abstract book. I International Scientific and Practical Conference, Barcelona, 27–28 January 2020*. Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain.
69. Dall Agnol, A. M., Melo, F. D., Zuffo, J. P., Nihues, T. C., & Vaz, E. K. (2014). Perfil de resistència a antimicrobianos de *Streptococcus suis* tipo 2 aislados a partir de tonsilas de suínos de abate. *Acta Scientiae Veterinariae*, 42, 1–6.
70. Asghar, W., Kondo, S., Iguchi, R., Mahmood, A., & Kataoka, R. (2020). Agricultural utilization of unused resources: liquid food waste material as a new source of plant growth-promoting microbes. *Agronomy*, 10 (7), 954. <https://doi.org/10.3390/agronomy10070954>
71. Monroe, B. P., Doty, J. B., Moses, C., Ibata, S., Reynolds, M., & Carroll, D. (2015). Collection and utilization of animal carcasses associated with zoonotic disease in Tshuapa district, the Democratic Republic of the Congo, 2012. *Journal of Wildlife Diseases*, 51 (3), 734–738. <https://doi.org/10.7589/2014-05-140>
72. Chen, X., Qiu, G., Wu, L., Xu, G., Wang, J., & Hu, W. (2016). Influential impacts of combined government policies for safe disposal of dead pigs on farmer behavior. *Environmental Science and Pollution Research*, 24 (4), 3997–4007. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-8154-3>
73. Dall Agnol, A. M., Melo, F. D., Zuffo, J. P., Nihues, T. C., & Vaz, E. K. (2014). Perfil de resistència a antimicrobianos de *Streptococcus suis* tipo 2 aislados a partir de tonsilas de suínos de abate. *Acta Scientiae Veterinariae*, 42, 1–6.
74. Agnol, A. M. D., Melo, F. D., Zuffo, J. P., Nihues, T. C., & Vaz, E. K. (2014). Antimicrobial resistance profile of *Streptococcus suis* type 2 isolates from tonsils of slaughter pigs. *Acta Scientiae Veterinariae*, 42, 1220.
75. Kashparov, V., Levchuk, S., Khomutynyn, Yu., Morozova, V., & Znurba, M. (2016). Report of UIAR. *Chernobyl: 30 Years of Radioactive Contamination Legacy*. Kiev, UIAR of NUBiP of Ukraine.
76. Sannik, U., Reede, T., Lepasalu, L., Olt, J., Karus, A., Pöldvere, A., Soidla, R., Veri, K., & Poikalainen, V. (2013). Utilization of animal by-products and waste generated in Estonia. *Agronomy Research*, 11 (1), 255–260.
77. Sevi, A., Marino, R., Lorenzo, J. M., Picard, B., & Pereira, A. S. C. (2016). Strategies to improve meat quality and safety. *The Scientific World Journal*, 2016, 1–1. <https://doi.org/10.1155/2016/9523621>
78. Toldrá, F., Mora, L., & Reig, M. (2016). New insights into meat by-product utilization. *Meat Science*, 120, 54–59. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.021>
79. Ungureanu, G., Ignat, G., Vintu, C. R., Diaconu, C. D., & Sandu, I. G. (2017). Study of utilization of agricultural waste as environmental issue in Romania. *Revista de Chimie*, 68 (3), 570–575. <https://doi.org/10.37358/rc.17.3.5503>

#### 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.



## Comparative clinical effectiveness of preparations from the isoxazoline group against ticks *Sarcoptes canis*

D. Feshchenko  | O. Dubova | A. Dubovyi

### Article info

Correspondence Author

D. Feshchenko

E-mail:

[dolly-d@i.ua](mailto:dolly-d@i.ua)Polissia National University,  
Staryi Blvd., 7,  
Zhytomyr, 10002,  
Ukraine

**Citation:** Feshchenko, D., Dubova, O., & Dubovyi, A. (2023). Comparative clinical effectiveness of preparations from the isoxazoline group against ticks *Sarcoptes canis*. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 105–109. doi: 10.31210/spi2023.26.02.18

Among the newest insect acaricides, isoxazolines are in great demand among dog owners for the prevention of infection pets with mange mites, including *Sarcoptes scabiei* var. *canis*. The range of drugs of this group is wide enough, but the therapeutic priority of active substances has not been studied yet. The comparative efficacy of Nexguard™ (afoxolaner) and Simparica™ (sarolaner) chewable tablets was examined in a clinical trial on dogs spontaneously infected with *S. scabiei*. Additional means were not introduced into the treatment regimen. The experiment on 48 animals lasted 3 months; on days of monitoring the results, dogs were examined visually, skin scrapings – microscopically. In the two experimental groups, the majority of patients were puppies under the age of 1 year (75.0 %) of short-haired breeds (77.08 %). All the dogs scratched intensively; at the area of the head and limbs, the skin was injured and inflamed – signs of lichenification (83.33%), excoriation (85.42 %) and alopecia (70.83 %). The intensity of infestation before treatment was 5–26 individuals of *S. scabiei* of various stages in a skin scraping. The acaricidal efficacy of Nexguard™ tablets 30 days after feeding reached 98.54%, Simparica™ – 97.99 %, i.e. single mites were found in dermatological scrapings only in a few individuals of both experimental groups. During this period, the clinical condition of the animals improved significantly: new skin lesions did not appear, and the old ones actively healed. During the month, the areas of alopecia were not completely overgrown, but in the range of 50–90% of the area of primary baldness in the vast majority of dogs of both groups. In the second and third months of observation, the clinical and acaricidal effectiveness of the drugs increased. On the 60th day, only 1 dog in each group had single specimens of *S. scabiei* on the body. In the Nexguard™ group, this problem was resolved by the third month after the start of treatment, and in the Simparica™ group, 1 dog remained a carrier of *S. scabiei*. From scabies skin lesions, including alopecia and itching, the dogs were deprived without the use of drugs for symptomatic therapy. Therefore, Nexguard™ and Simparica™ have an almost identical clinical effect in the treatment of dogs with sarcoptic mange.

**Keywords:** sarcoptosis, dog, Nexguard™, Simparica™, afoxolaner, sarolaner.

## Порівняльна клінічна ефективність препаратів групи ізоксазолінів щодо кліщів *Sarcoptes canis*

Д. В. Феценко | О. А. Дубова | А. А. Дубовий

Поліський національний  
університет,  
м. Житомир,  
Україна

Серед новітніх інсектоакарицидних засобів ізоксазоліни користуються великим попитом у власників собак для профілактики зараження коростяними кліщами, у т. ч. *Sarcoptes scabiei* var. *canis*. Асортимент препаратів цієї групи достатньо широкий, але терапевтична пріоритетність діючих речовин досі вивчена мало. У клінічному дослідженні на собаках, спонтанно уражених *S. scabiei* була розглянута порівняльна ефективність жувальних таблеток Nexguard™ (афоксоланер) і Simparica™ (сароланер). Додаткові засоби в схему лікування не вводились. Дослід на 48 тваринах тривав 3 місяці; у дні контролю результатів собак оглядали візуально, зіскрібки шкіри – мікроскопічно. У двох дослідних групах основну частину хворих склали цуценята віком до 1 року (75,0 %) короткошерстих порід (77,08 %). Всі собаки інтенсивно чухались; в області голови і кінцівок шкіра була травмована і запалена – ознаки ліхеніфікації (83,33 %), екскоріації (85,42 %) та алопеції (70,83 %). Інтенсивність інвазії до лікування становила 5–26 особин *S. scabiei* різних стадій у зіскрібку шкіри. Через 30 діб після згодування таблеток акарицидна ефективність Nexguard™ досягла 98,54 %, Simparica™ – 97,99 %, тобто лише у окремих особин обох дослідних груп були виявлені поодинокі кліщі у дерматологічних зіскрібках. За цей період клінічний стан тварин значно покращився: нові ураження шкіри не виникали, а старі активно загоювалися. Місяця алопеції упродовж місяця заросли ще не повністю, але в межах 50–90 % від площі первинних залисин у переважній більшості собак обох груп. У другий і третій місяць спостережень клінічна і акарицидна ефективність препаратів наростала. На 60-ту добу лише у 1 собаки в кожній групі виявлялись поодинокі екземпляри *S. scabiei* на тілі. У групі Nexguard™ ця проблема була вирішена на третій місяць після початку лікування, а в групі Simparica™ 1 собака так і залишилась носієм *S. scabiei*. Від коростяних уражень шкіри, в т.ч. алопеції і свербіжу, собаки позбавлені без застосування препаратів симптоматичної терапії. Отже, Nexguard™ і Simparica™ мають практично ідентичний клінічний ефект у лікуванні собак із саркоптозом.

**Ключові слова:** саркоптоз, собака, Nexguard™, Simparica™, афоксоланер, сароланер.

**Бібліографічний опис для цитування:** Феценко Д. В., Дубова О. А., Дубовий А. А. Порівняльна клінічна ефективність препаратів групи ізоксазолінів щодо кліщів *Sarcoptes canis*. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 105–109.

## Вступ

Свійські собаки в усьому світі, незважаючи на безліч превентивних заходів захисту, часто заражаються кліщами *Sarcoptes scabiei* var. *canis* [1]. Короста може з'явитися, як у мисливського чи сторожового пса, так і у декоративного квартирного песика після контакту з іншими собаками на вигульному майданчику [2]. У кішок саркоптоз мало зустрічається і уточнення «var. *canis*» у видовій назві кліща може незабаром стати рудиментарним [3].

Підозрюючи банальний лишай і боячись свого зараження, власники активно звертаються за ветеринарною допомогою після виявлення шкірних проблем у своїх домашніх тварин. Це пояснює пріоритетний розвиток інсектоакарицидного сегменту фармацевтичного ринку ветпрепаратів. Вибір антипаразитарних засобів у дерматології включає: макроциклічні лактони, фенілпіразоли, піретрини/піретроїди, неонікотиноїди, спінозини, ізоксазоліни, формамідини, органофосфати, органохлорини, карбамати, *lime sulfur*, регулятори розмноження [4].

Разом із тим, на жаль, більшість сучасних препаратів виявляються занадто вартісними для пересічних українських власників собак, що стає перешкодою для їх активного упровадження в регулярну ветеринарну практику. В свою чергу, це гальмує експериментальні дослідження щодо вивчення реакції місцевої інсектофауни на дію засобів нового покоління та ускладнює і так нелегку епізоотичну ситуацію з коростою собак [5].

Будь-які речовини з інсектоакарицидною дією для застосування у певному географічному регіоні повинні бути протестовані в місцевих умовах, щоб визначити реакцію на них ендемічних підвидів членистоногих, з урахуванням особливостей їх життєвого циклу та кола жителів. Наприклад, в Північній Америці *S. scabiei* var. *canis* циркулює між собаками і койотами; Європі – собаками і лисицями; Японії – свійськими і снотовидними собаками [6, 7].

Людина саркоптозом від хворої собаки зазвичай не заражається. Може розвинути псевдокороста, проте вона проходить сама без медикаментозного лікування. Водночас вже наявні повідомлення щодо реєстрації випадків зараження людини штамами *S. scabiei*, які раніше вважалися притаманними лише для тварин [8].

Трендовими ветеринарними інсектоакарицидами на даний час є макроциклічні лактони (івермектин, дорамектин, аверсектин, селамектин, мільбеміцина оксим, моксидектин), синтетичні піретроїди (перметрин, циперметрин, дельтаметрин), ізоксазоліни (флураланер, афоксоланер) та спінозини (спіносад). Ці речовини відрізняються високою летальною дією на паразитичних членистоногих, низькою токсичністю для ссавців, а також варіабельністю способів застосування тваринам (ін'єкції, таблетки, нашійники, spot-on). Перераховані засоби рекомендовані як для лікувальних, так і профілактичних обробок собак [4, 5, 9].

Встановлення терапевтичного акарицидного ефекту різних діючих речовин однієї фармакологічної

групи (у нашому досліді – ізоксазолінів) становить значний науковий та практичний інтерес, оскільки допоможе ветлікарю краще орієнтуватися у виборі засобу для лікування корости у конкретного пацієнта.

## Мета дослідження

Мета дослідження: визначити порівняльну клінічну ефективність жувальних таблеток Nexguard™ і Simparica™ щодо кліщів *Sarcoptes scabiei* var. *canis*.

## Матеріали і методи

Робота була проведена за принципом рандомізованих контрольованих клінічних досліджень на собаках, яким встановили діагноз «локальний саркоптоз». Упродовж 2021–2022 рр. всього було задіяно 48 тварин із 8 клінік ветеринарної медицини Київської, Житомирської та Рівненської областей. В досліді брали участь тварини віком 2–18 місяців, масою тіла від 2,0 до 30 кг, кобелі та суки (у т. ч. вагітні), різних порід (коротко- та довгошерсті).

Для підтвердження факту зараження *S. scabiei* проводили загальний клінічний огляд собак (враховували наявність свербіжу, алопецій, ділянок злушеного епідермісу) і дослідження глибоких зіскрібків шкіри (~2–4 см<sup>2</sup>) з уражених місць тіла. В експеримент включали тварин, у яких в 5-ти зіскрібках виявляли ≥ 5 живих кліщів *S. scabiei* (MICROmed XS 5520, Україна, ×200). Видові ознаки кліщів установлювали за Shapiro S. L. [10].

Розподіл по дослідним групам відбувався рандомно (випадковим способом) – по 24 собаки у двох групах.

Собакам групи № 1 застосували жувальні таблетки Nexguard™ (FrontLine Merial, Франція; діюча речовина – афоксоланер): min доза – 2,5 мг / 1 кг маси.

Тварини групи № 2 *per os* одержували таблетки Simparica™ (Zoetis, США; діюча речовина – сароланер): min доза – 2,0 мг / 1 кг маси. Обидва препарату згодувались хворим собакам двічі: кожні 35 днів згідно інструкції виробника.

Для оцінки ефективності акарицидів на 30-ту, 60-ту та 90-ту добу досліді у усіх тварин з місць первинно уражених ділянок шкіри (n=5) робили глибокі зіскрібки для подальшої мікроскопії.

Клінічні ознаки одужання визначали за показниками зменшення площі ділянок тіла з алопеціями і місць із лушенням та струпами. Тобто проводилась динамічна оцінка відновлення шерстного покриву в контрольні дні експерименту, результати вказувалися у вигляді процентних показників відновлення шерсті (0–50 %, 50–90 % або ≥90 %).

Розрахунок ефективності препаратів обчислювали за формулою Аббота [11]:

$$(AE, \%) = (K_{л1} - K_{л2}) / K_{л1} \times 100, \text{ де}$$

AE – акарицидна ефективність;

K<sub>л1</sub> – число кліщів *S. scabiei* у зіскрібку до лікування;

K<sub>л2</sub> – число кліщів *S. scabiei* у зіскрібку після лікування.

Статистичний аналіз проводили з використанням пакету програмного забезпечення Microsoft Excell 2021, за методом статистичної перевірки t-критерія Стьюдента на рівні  $P < 0,001$ .

### Результати та їх обговорення

Серед 48 дослідних собак із саркоптозом переважала група віком до 1 року (75,0 %). Кількість хворих кобелів (60,42 %) домінувала над кількістю інвазованих кліщами сук. Короткошерсті собаки (метиси, мопси, лаборатори, такси та інші) частіше (77,08 %), ніж довгошерсті породи (спанієлі, пекінеси тощо) заражались кліщами *S. scabiei*. Середня кількість кліщів у зіскрібку шкіри хворих собак становила 10 особин різних стадій розвитку (рис. 1).



**Рис. 1.** Кліщі *S. scabiei* у зіскрібку зі шкіри хворої собаки:

1 – личинка; 2 – німфа; 3 – статевозріла особина

Граничні значення інтенсивності інвазії (*lim*) становили від 5 до 26 екземплярів у зразку (табл. 1).

### Таблиця 1

Акарицидний ефект Nexguard і Simparica™ при саркоптозі собак,  $M \pm m$ ,  $n=120^*$

Доба	Показник	Група	
		Nexguard™	Simparica™
0	Кількість <i>S. scabiei</i> у зіскрібку шкіри (Кл <sub>1</sub> )	10,08±0,44	10,52±0,5
	<i>lim</i>	6–23	5–26
30	Кл <sub>2</sub>	0,2±0,045*	0,31±0,06*
	<i>lim</i>	0–3	0–3
	АЕ, %	98,54±0,33	97,99±0,39
60	Кл <sub>2</sub>	0,06±0,022*	0,09±0,031*
	<i>lim</i>	0–1	0–2
	АЕ, %	99,94±0,02	99,89±0,03
90	Кл <sub>2</sub>	–	0,017±0,012*
	<i>lim</i>	0	0–1
	АЕ, %	100,0	99,98±0,01

Примітки: \*кількість досліджених зіскрібків шкіри в групі; АЕ – акарицидна ефективність; \*  $P < 0,001$  вірогідні відмінності показників відносно початкового значення.

Місцеві клінічні ознаки саркоптозу у всіх дослідних собак ( $n=48$ ) проявлялись у вигляді:

- сильного свербіжу (100 %);
- отопедального рефлексу (72,92 %)
- ліхеніфікації – набряк і потовщення/папули, почервоніння/еритема (83,33 %);
- екскоріації – підвищена сухість/струпи (85,42 %);

- алопецій в ділянці морди (вуха, надбровні дуги), ліктів, п'яtkової кістки, інколи черева і спини (70,83 %).

Станом на 30-ту добу після застосування жувальних таблеток поодинокі кліщі були виявлені у зіскрібках шкіри 4 собак з групи Nexguard™ і 6 тварин із групи Simparica™. Тобто фактична екстенсефективність (ЕЕ) обох препаратів у перший місяць сягнула 83,33 і 75 % відповідно. Водночас, показник АЕ на *S. scabiei* був значно вище – в межах 98 % (табл. 1).

Клінічний стан хворих собак в перший місяць після застосування препаратів істотно покращився, запальні реакції уражених ділянок шкіри виражено зменшились або пропали (табл. 2). У всіх тварин зник свербіж, у жодної не спостерігався отопедальний рефлекс. Первинно уражені ділянки шкіри інтенсивно відновлювались: дерма набувала фізіологічної еластичності, деяка сухість і струпи лишилися тільки у 1 тварини в кожній групі. Еритематозні плями і припухлості спостерігались лише у 3 собак з групи Nexguard™ і 4 з групи Simparica™. Нових місць саркоптозного ураження на тілі дослідних собак не було.

### Таблиця 2

Дерматологічні зміни у собак із саркоптозом в ході лікування, % випадків ( $n=24$ )

Клінічні симптоми	Група	0-ва доба	30-та доба	60-та доба	90-та доба
Свербіж	Nexguard™	100	–	–	–
	Simparica™	100	–	–	–
Папули/еритеми	Nexguard™	66,67	12,5	–	–
	Simparica™	79,17	16,67	–	–
Сухість/струпи	Nexguard™	87,5	4,17	–	–
	Simparica™	83,33	4,17	–	–

У більшості собак обох дослідних груп процес одужання та загибель кліщів *S. scabiei* супроводжувались активним відновленням шерстного покриву в місцях первинного ураження (табл. 3). У більшості собак обох груп площа відновлення росту волосся на ділянках первинних алопецій становила 50–90 %.

На 60-ту і 90-ту добу продовжувалось планомірне одужання дослідних собак та наростання показників ЕЕ та АЕ. На 60-ту добу лікування в кожній групі лише у 1 собаки у зіскрібках шкіри були виявлені одиничні екземпляри *S. scabiei*. Таким чином, ЕЕ обох препаратів в цей період досяг 95,83 %, а АЕ перевищив 99,8 % (табл. 1). При цьому будь-які клінічні запальні дерматологічні ознаки зникли у собак обох дослідних груп і не відновились на 90-ту добу контрольного обстеження (табл. 2).

Активне заростання первинно лисих ділянок шкіри продовжувалось на 60-ту добу, коли у переважної більшості собак площа нових шерстяних місць сягнула 90,0 % (табл. 3). Процес був завершений на 90-ту добу із повним заростанням алопецій.

Через 3 місяці в групі Nexguard™ всі 24 собаки стали повністю вільними від коростяних кліщів. В групі Simparica™ у 1 з 5-ти зіскрібків шкіри, взятих від однієї собаки знайшли одного кліща *S. scabiei* var. *canis*.

**Таблиця 3**

Відновлення шерсті в місцях алопеції у собак із саркоптозом в ході лікування

Місце алопеції	Препарат	0-ва доба			30-та доба			60-та доба			90-та доба		
		кількість випадків алопеції	0–50*	50–90*	≥90*	кількість випадків відновлення шерсті	0–50*	50–90*	≥90*	0–50*	50–90*	≥90*	
Морда	Nexguard™	16	1	12	3	–	2	14	–	–	16		
	Simparica™	17	1	13	2	–	4	13	–	–	17		
Ділянка ліктя	Nexguard™	12	–	9	3	–	1	11	–	–	12		
	Simparica™	10	–	10	–	–	–	10	–	–	10		
Ділянка п'ятки	Nexguard™	11	–	8	–	–	–	10	–	–	11		
	Simparica™	12	–	7	5	–	–	12	–	–	12		
Черво і спина	Nexguard™	2	–	–	2	–	–	–	–	–	2		
	Simparica™	4	–	1	3	–	1	3	–	–	4		

Примітки: \* – % площі відновленої шерсті після застосування препаратів.

Вплив ізоксазолінів на коростяних кліщів *S. scabiei* був доведений світовою наукою у 2016 р., що сталося вже після підтвердження акарицидного ефекту цієї групи на *Demodex spp.* і *Ixodes spp.* [12]. Однак, залишалися відкритими питання порівняльної ефективності окремих діючих речовин в складі терапевтичного протоколу лікування корости собак [13]. З цією метою для експерименту були відібрані 2 препарати (Nexguard™ і Simparica™ – на основі афоксоланера і сароланера відповідно), які виготовлені у формі жувальних таблеток для собак. Така форма застосування не залежить від бар'єрного стану шкіри (на противагу препаратів spot-on нанесення) і може бути використана навіть для собак із коростяними ураженнями шкіри понад 20 % тіла. Прийом жувальних таблеток ізоксазолінів не прив'язаний до часу їжі, тоді як Спіносад™ краще згодовувати собакам на ситий шлунок [14].

Сароланер і афоксоланер ще достатньо мало вивчені в плані системного і довгострокового впливу на організм собак [14, 15]. Їх акарицидна дія також має «білі плями» у фармакодинаміці та токсикології. Більш повно представлені результати вивчення профілактичної ефективності ізоксазолінів. Цілком доречні також застереження «не використовувати хворим і ослабленим собакам, тваринам молодше 2-х місяців, з масою тіла менше 2 кг, особинам з індивідуальною чутливістю» [16, 17]. Ці пункти були нами враховані при формуванні дослідних груп собак зі спонтанним саркоптозом.

Як і в попередніх наших дослідженнях, було відмічено, що саркоптозом найчастіше хворіють молоді (до 1 року) короткошерсті кобелі [2]. Попередній діагноз устанавлюється на основі наявності: сильного свербіжу, запальних явищ і випадіння шерсті в місцях ураження морди та кінцівок. Фінальна діагностика за допомогою мікроскопії зіскрібків з ділянок активного дерматиту не створює складнощів; при цьому кількість збудників різних стадій у одному зіскрібку не сильно варіативна – від 5 до 26 особин.

Зазвичай сучасні акарицидні засоби швидко знищують різні стадії кліщів на шкірі, але ефект часто не є стійким і тривалим, наприклад, через резистентність до препарату деякої частини кліщової популяції [9, 12, 18]. Окрему проблему становлять симптоматичні ураження шкіри (дерматит, екзема, алопеції), котрі потребують застосування додаткової терапевтичної схеми [19, 20]. Обидва застосованих препарати

забезпечили рівноцінне швидке знищення кліщів *S. scabiei* (≥ 97 % упродовж 30 діб) з ефектом наростання акарицидної дії (до 99,98–100 % на 90-ту добу). Загоєння уражених ділянок шкіри у собак обох дослідних груп відбувалось також активно і без застосування додаткових засобів. Упродовж першого місяця клінічний симптомокомплекс корости зник у більш як 80 % хворих тварин. Процес відновлення шерсті носив більш тривалий характер, що є фізіологічною нормою. Однак, можна відмітити, що за 2 місяці практично всі ознаки корости у дослідних собак зникли.

### Висновки

Застосування Nexguard™ і Simparica™ являється високоефективним методом лікування собак, уражених кліщами *S. scabiei*: акарицидна ефективність перевищує 97 % упродовж 3-х місяців. Препарати забезпечують швидке (упродовж 30 діб) зменшення дерматологічних уражень шкіри і повне відновлення шерстного покриву до 90-тої доби після лікування.

Жувальні таблетки Nexguard™ і Simparica™ в клінічному застосуванні є рівноцінними для терапії собак із саркоптозом. Рекомендуємо їх до застосування собакам віком від 2-х місяців і масою тіла більше 2 кг, включаючи вагітних сук.

*Перспективи подальших досліджень.* В подальшому плануємо провести ряд досліджень гематологічної картини у клінічно здорових собак, яким з профілактичною метою застосовували Nexguard™ і Simparica™. Експерименти будуть проведені на окремо на собаках одного віку, але різної статі та фізіологічного стану (наприклад, вагітних і лактуючих суках).

### Конфлікт інтересів

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

### References

1. Raluca, M., Roman, C., Lupu, A. C., Martinescu, G. V., Ivănescu, L. M., Acatrinei, D. M., Bodale, I., Guillot, J., & Miron, L. D. (2020). Epidemiology and clinical presentation of dogs infected with sarcoptic mange. *Lucrări Științifice USAMV – Iași, Seria Medicină Veterinară*, 62 (4), 407–414.

2. Feshchenko, D., Zghozinska, O., Dubova, O., Bakhur, T., Redko, T., & Chala, I. (2021). Epizootic process of demodicosis and sarcoptosis of pet dogs in the metropolis. *Naukovij Visnik Veterinar-noi Medicini*, 1 (165), 140–146. <https://doi.org/10.33245/2310-4902-2021-165-1-140-146>
3. Malik, R., Stewart, K. M., Sousa, C. A., Krockenberger, M. B., Pope, S., Ihrke, P., Beatty, J., Barrs, V. R., & Walton, S. (2006). Crusted scabies (sarcoptic mange) in four cats due to *Sarcoptes scabiei* infestation. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 8 (5), 327–339. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2006.05.005>
4. Dubova, O. A., Zghozinska, O. A., & Dubovyi, A. A. (2019). Epizootic features of pets' sarcoptoidoses and therapeutic efficiency of ivermectin. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 21 (96), 3–7. <https://doi.org/10.32718/nvvet9601>
5. Yevstafieva, V., Horb, K., Horb, K., & Melnychuk, V. (2022). Insecticidal efficacy of modern remedies for ctenocephalidosis of dogs. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 24 (105), 129–134. <https://doi.org/10.32718/nvvet10518>
6. Takahashi, M., Nogami, S., Misumi, H., Maruyama, S., Shiibashi, T., Yamamoto, Y., & Sakai, T. (2001). Mange caused by *Sarcoptes scabiei* (Acari: Sarcoptidae) in wild raccoon dogs, *Nyctereutes procyonoides*, in Kanagawa Prefecture, Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 63 (4), 457–460. <https://doi.org/10.1292/jvms.63.457>
7. Chen, Y.-Z., Liu, G.-H., Song, H.-Q., Lin, R.-Q., Weng, Y.-B., & Zhu, X.-Q. (2014). Prevalence of *Sarcoptes scabiei* infection in pet dogs in Southern China. *The Scientific World Journal*, 2014, 1–3. <https://doi.org/10.1155/2014/718590>
8. Arlian, L. G., & Morgan, M. S. (2017). A review of *Sarcoptes scabiei*: past, present and future. *Parasites & Vectors*, 10 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2234-1>
9. Becskei, C., De Bock, F., Illambas, J., Cherni, J. A., Fourie, J. J., Lane, M., Mahabir, S. P., & Six, R. H. (2016). Efficacy and safety of a novel oral isoxazoline, sarolaner (Simparica™), for the treatment of sarcoptic mange in dogs. *Veterinary Parasitology*, 222, 56–61. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.02.017>
10. Shapiro, S. L. (2010). *Pathology and parasitology for veterinary technicians: Second Edition*. Delmar: Cengage Learning.
11. Abbott, W. S. (1987). Classic paper: Abbott's formula a method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 3 (3), 302–303.
12. Beugnet, F., de Vos, C., Liebenberg, J., Halos, L., Larsen, D., & Fourie, J. (2016). Efficacy of afoxolaner in a clinical field study in dogs naturally infested with *Sarcoptes scabiei*. *Parasite*, 23, 26. <https://doi.org/10.1051/parasite/2016026>
13. Hampel, V., Knaus, M., Schäfer, J., Beugnet, F., & Rehbein, S. (2018). Treatment of canine sarcoptic mange with afoxolaner (NexGard®) and afoxolaner plus milbemycin oxime (NexGard Spectra®) chewable tablets: efficacy under field conditions in Portugal and Germany. *Parasite*, 25, 63. <https://doi.org/10.1051/parasite/2018064>
14. McTier, T. L., Chubb, N., Curtis, M. P., Hedges, L., Inskip, G. A., Knauer, C. S., Menon, S., Mills, B., Pullins, A., Zinser, E., Woods, D. J., & Meeus, P. (2016). Discovery of sarolaner: A novel, orally administered, broad-spectrum, isoxazoline ectoparasiticide for dogs. *Veterinary Parasitology*, 222, 3–11. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.02.019>
15. Zhou, X., Hohman, A. E., & Hsu, W. H. (2021). Current review of isoxazoline ectoparasiticides used in veterinary medicine. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 45 (1), 1–15. <https://doi.org/10.1111/jvp.12959>
16. Djuric, M., Milcic Matic, N., Davitkov, D., Glavinic, U., Davitkov, D., Vajnovic, B., & Stanimirovic, Z. (2019). Efficacy of oral fluralaner for the treatment of canine generalized demodicosis: a molecular-level confirmation. *Parasites & Vectors*, 12 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3521-9>
17. Drag, M., Saik, J., Harriman, J., & Larsen, D. (2014). Safety evaluation of orally administered afoxolaner in 8-week-old dogs. *Veterinary Parasitology*, 201 (3–4), 198–203. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.02.022>
18. Chávez, F. (2016). Case report of afoxolaner treatment for canine demodicosis in four dogs naturally infected with *Demodex canis*. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 14 (2), 123–127.
19. Miller, W. H., Griffin, C. E., & Campbell, K. L. (2012). *Muller & Kirk's small animal dermatology. 7th ed.* Amsterdam: Elsevier.
20. Favrot, C., Steffan, J., Seewald, W., & Picco, F. (2010). A prospective study on the clinical features of chronic canine atopic dermatitis and its diagnosis. *Veterinary Dermatology*, 21 (1), 23–31. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2009.00758.x>

#### ORCID

- D. Feshchenko  <https://orcid.org/0000-0002-4811-2488>  
 O. Dubova  <https://orcid.org/0000-0002-8303-573X>  
 A. Dubovyi  <https://orcid.org/0000-0003-2341-1868>



© 2023 Feshchenko D. 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.

**Pathomorphological changes in the lungs of Red-eared turtles (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) with pneumonia and in the liver at parenteral administration of Ceftiofur**

V. Chuliuk | R. Dankovych

**Article info**Correspondence Author  
V. Chuliuk  
R. Dankovych  
E-mail:  
[Slawakill96@gmail.com](mailto:Slawakill96@gmail.com)  
[danco1802@gmail.com](mailto:danco1802@gmail.com)Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary  
Medicine and  
Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50,  
Lviv, 79010,  
Ukraine**Citation:** Chuliuk, V., & Dankovych, R. (2023). Pathomorphological changes in the lungs of Red-eared turtles (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) with pneumonia and in the liver at parenteral administration of Ceftiofur. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 110–115. doi: 10.31210/spi2023.26.02.19

Pneumonia is quite common in reptiles, and antibiotics, including cephalosporins, are widely used in its treatment. The study was aimed to investigate the pathomorphology of heterophilic pneumonia in Red-eared freshwater turtles (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)), as well as to study the pathomorphological changes that develop in the liver of turtles after parenteral administration of Ceftiofur. The turtles of the experimental group 1 (n=3) developed heterophilic pneumonia. The Red-eared turtles of the 2-nd experimental group (n=3) were administered 2.2 mg/kg of Ceftiofur daily intramuscularly. Specimens for histological and ultrastructural studies were collected on day 14 of the experiment. Histological sections were made using a sled microtome and a cryostat microtome, stained with a hematoxylin and eosin, and Sudan III. Electron microscopic examination was performed using a PEM-100-01 electron microscope. As a result of the study, it was found that in Red-eared turtles with the development of heterophilic pneumonia, there is an accumulation of exudate in the lumen of the fovea, which contains a significant number of heterophils, erythrocytes, macrophages, and plasma elements. It was found that the introduction of therapeutic doses of Ceftiofur in the liver develops hyperemia of venous vessels of different sizes, dystrophic changes in hepatocytes, as well as necrotic changes in single cells of the liver parenchyma, a decrease in the content of neutral fats in the cytoplasm of hepatocytes, and a decrease in the density of the melanocropha complexes. Transmission electron microscopy of the liver revealed dilation of the tubules of the granular endoplasmic reticulum of hepatocytes, swelling of mitochondria, destruction of their crusts, and a decrease in the content of glycogen granules in the hepatocyte cytoplasm. Thus, it has been determined that the development of heterophilic pneumonia in red-eared freshwater turtles is accompanied by the development of a vascular reaction in the lungs and the predominance of the exudates of heterophiles. After the introduction of therapeutic doses of Ceftiofur, alternative changes in hepatocytes develop in the liver, and discriminative changes are recorded in the vascular system of the liver.

**Keywords:** Red-eared turtle, reptiles, heterophilic pneumonia, Ceftiofur, liver.**Патоморфологічні зміни легень Червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) при пневмонії та печінки за парентерального введення цефтіфуру**

В. І. Чулюк | Р. С. Данкович

Львівський національний  
університет ветеринарної  
медицини та біотехнологій  
імені С. З Гжицького  
м. Львів, Україна

У рептилій досить часто трапляється пневмонія, при лікуванні якої широко використовують антибіотики, у тому числі цефалоспорини. Метою та завданням роботи було дослідження патоморфології гетерофільної пневмонії Червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)), а також вивчення патоморфологічних змін, які розвиваються в печінці черепах при парентеральному введенні цефтіфуру. У черепах 1 дослідної групи (n=3) реєстрували розвиток гетерофільної пневмонії. Червоновухим прісноводним черепахам 2-гої дослідної групи (n=3) щоденно внутрішньом'язово вводили 2,2 мг/кг цефтіфуру. Матеріал для гістологічного та ультраструктурного дослідження відбирали на 14 добу досліді. Гістологічні зрізи виготовляли за допомогою санного мікротома та мікротома-криостата, фарбували гематоксином та еозином, суданом III. Електронномікроскопічне дослідження проводили за допомогою електронного мікроскопа ПЕМ-100-01. У результаті проведеного дослідження встановлено, що в Червоновухих прісноводних черепах за розвитку гетерофільної пневмонії відзначається нагромадження в просвіті фовеол ексудату, який містить значну кількість гетерофілів, еритроцитів, макрофагів, елементів плазми крові. Встановлено, що за парентерального введення терапевтичних доз цефтіфуру в печінці розвивається гіперемія венозних судин різного калібру, дистрофічні зміни гепатоцитів, а також некротичні зміни поодиноких клітин паренхіми печінки, встановлено зменшення вмісту нейтральних жирів у цитоплазмі гепатоцитів, а також відзначається зниження щільності меланокрофагальних комплексів. За проведення трансмісійної електронної мікроскопії печінки виявили розширення каналців гранулярної ендоплазматичної сітки гепатоцитів, набухання мітохондрій, деструкцію їх крист, зменшення вмісту гранул глікогену в цитоплазмі гепатоцитів. Таким чином встановлено, що за гетерофільної пневмонії в Червоновухих прісноводних черепах окрім нагромадження в респіраторних ділянках легень ексудату, який містить значну кількість гетерофілів також реєструється виражена судинна реакція. За введення терапевтичних доз цефтіфуру в печінці розвиваються альтеративні зміни гепатоцитів, а в судинній системі печінки виникають дисциркуляторні зміни.

**Ключові слова:** Червоновуха прісноводна черепаха, рептилії, гетерофільна пневмонія, цефтіфуру, печінка.**Бібліографічний опис для цитування:** Чулюк В. І. Данкович Р. С. Патоморфологічні зміни легень Червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) при пневмонії та печінки за парентерального введення цефтіфуру. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 110–115.

## Вступ

Найбільш поширеним видом черепах, який експортується в різні країни та утримується в неволі є Червоновуха прісноводна черепаха (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) [1–2]. Неправильні умови утримання, у тому числі невідповідність параметрів вологості, температурного режиму, неповноцінна годівля, можуть спричинити розвиток незаразної та інфекційної патології, у тому числі хвороб органів дихання [3, 4, 5].

Досить часто в черепах трапляються пневмонії [6, 7]. Базовим елементом лікування пневмоній є використання антибіотиків. Несвоєчасність та неадекватність використання антибіотиків може призвести до негативних наслідків. Слід зазначити, що застосування антибіотиків при лікуванні хвороб рептилій, на сьогоднішній день, є недостатньо вивченим питанням.

Значна кількість антибіотиків володіє гепатотоксичною дією. У вітчизняній та закордонній літературі досить рідко зустрічаються дані у яких описано патологоанатомічні зміни в черепах за розвитку пневмоній, а також структурні зміни внутрішніх органів, які розвиваються унаслідок впливу антибіотиків.

У зв'язку цим актуальним питанням сучасної ветеринарної медицини є дослідження патоморфології пневмоній у різних видів плазунів, а також вивчення впливу антибіотиків на морфологічний стан печінки.

## Мета дослідження

Метою та завданням роботи було дослідження патоморфології гетерофільної пневмонії Червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)), а також вивчення патоморфологічних змін, які розвиваються в печінці черепах при парентеральному введенні цефтіфуру.

## Матеріали і методи

Дослідження проводили на статевозрілих Червоновухих прісноводних черепахах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)). Було сформовано 2 дослідні групи черепах. У Червоновухих прісноводних черепахах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) першої дослідної групи реєстрували розвиток гетерофільної пневмонії. Червоновухим прісноводним черепахам (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) другої дослідної групи щоденно внутрішньом'язово вводили цефтіфуру (діюча речовина цефтіфуру). Ін'єкції цефтіфуру проводили в м'язи грудної кінцівки в дозі 2.2 мг/кг кожні 24 год. 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)” [8]. Евтаназію проводили за допомогою ін'єкції тіопенталу натрію в грудно-черевну порожнину в дозі 100 мг/кг. Відбір зразків (легень та печінки) проводили на 14 добу дослідження. Для

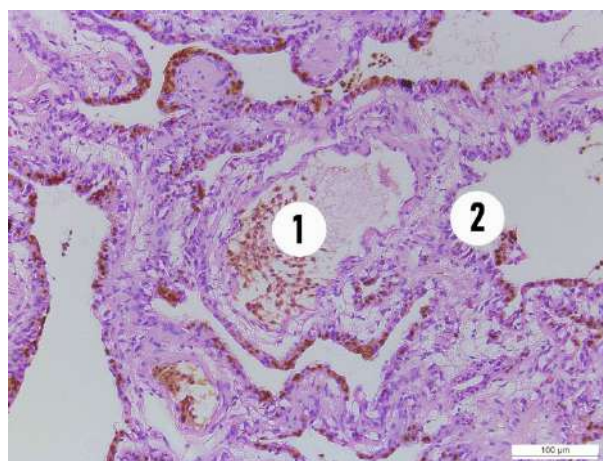
проведення гістологічного дослідження шматочки органів фіксували в 10 % забуференому розчині нейтрального формаліну [9].

Виготовлення гістозрізів проводили за допомогою санняго мікротома та мікротома-кріостата. Гістозрізи фарбували гематоксилином та еозином [9]. Для виявлення нейтральних жирів гістопрепарати фарбували суданом III. Гістологічне дослідження та фотографування проводили з використанням мікроскопа Leica DM-2500 (Switzerland), фотокамери Leica DFC450C і програмного забезпечення Leica Application Suite Version.

Для проведення трансмісійної електронної мікроскопії фрагменти легень та печінки Червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) фіксували у 2 % розчині OsO<sub>4</sub> у фосфатному буфері (рН 7,36). Ультратонкі зрізи виготовляли за допомогою ультрамікротома УМП-3М, монтували на опорні сітки та контрастували у 2 % розчині уранілацетату [10]. Електронномікроскопічне дослідження проводили за допомогою електронного мікроскопа ПЕМ-100-01.

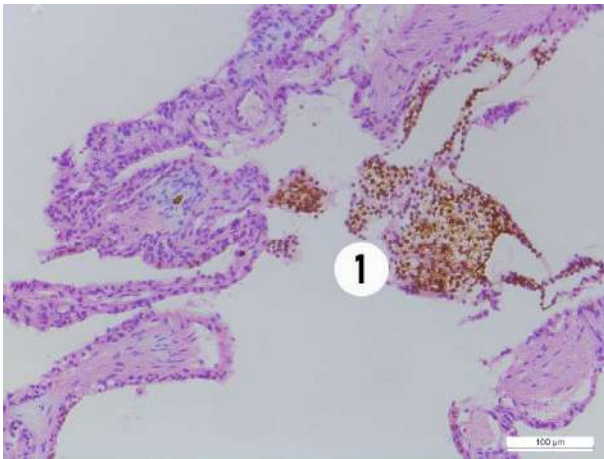
## Результати та їх обговорення

У Червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) в яких розвивалась гетерофільна пневмонія легені були збільшені, почервонівші, з поверхні розрізу стікала кров'яниста, мутна, подекуди піниста рідина. Шматочки легень з пневмонічних ділянок тонули у воді. За гістологічного дослідження легень виявили, що артеріальні та венозні судини середнього та дрібного калібру (рис. 1), а також судини гемомікроциркуляторного русла були розширені, переповнені еритроцитами та гетерофілами.



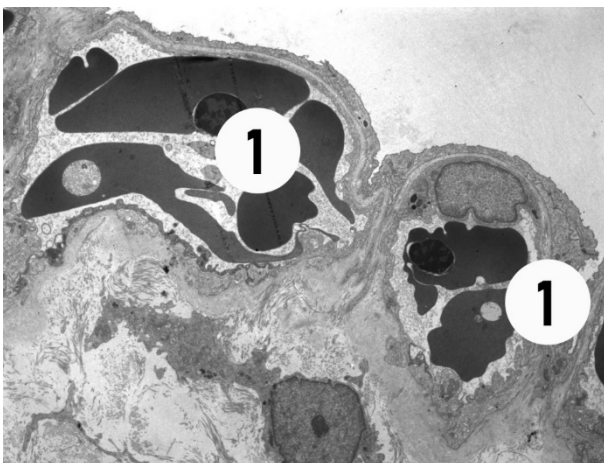
**Рис. 1.** Гіперемія судин (1) легень, поліморфноклітинний ексудат (2) у фовеолах. Гематоксилін та еозин

У фовеолах нагромаджувався ексудат, до складу якого входили гетерофіли, макрофаги, еритроцити, лімфоцити (рис. 2) та елементи плазми крові. В трабекулах легень зустрічались крововиливи та ділянки інфільтрації гетерофілами та лімфоцитами.



**Рис. 2.** Поліморфноклітинний ексудат (1) у легенях.  
Гематоксилін та еозин

За проведення трансмісійної електронної мікроскопії легень Червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)), окрім описаних за гістологічного дослідження змін, також виявили, що гемокапіляри були розширені, переповнені еритроцитами (рис. 3). В окремих гемокапілярах еритроцити прилягали одні до одних, а також до люменальної поверхні ендотеліальних клітин.



**Рис. 3.** Переповнення еритроцитами гемокапілярів (1) легень.  
Електроннограма × 1500

Слід зазначити, що легені черепах, які можна вважати архетипом розгалужених багатокамерних легенів амніот, є унікальними, що насамперед пов'язано з включенням ребер у панцир, нерухомою грудною кліткою та особливостями вентиляції легень в черепах [11, 12]. Розвиток хвороб органів дихання є частою причиною значного порушення стану здоров'я в морських та прісноводних черепах [13, 14].

Етіологічними факторами, які можуть спричинити розвиток пневмоній у морських та прісноводних черепах можуть бути різні патогенні та умовно-патогенні бактерії, віруси, хламідії та мікоплазми, мікроскопічні гриби, найпростіші тощо. Сприяючими чинниками в розвитку пневмоній черепах є потрапляння води в дихальні шляхи, травмування

панцира та заковтування гострих сторонніх предметів, виснаження [6, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

Слід зазначити що патоморфологія пневмоній у черепах вивчена недостатньо. У закордонній літературі наявні поодинокі повідомлення в яких описані макроскопічні та гістологічні зміни, які розвиваються в черепах при пневмонії.

Згідно даних Silva M. A. та співавторів, (2016), які провели патологоанатомічне дослідження 29 Черепах Бісса (*Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766)) та встановили, що у 23 % черепах реєструються патологічні зміни в легенях. Зокрема, при мікроскопічному дослідженні виявляли гетерофільну пневмонію, паразитарну гранулематозну пневмонію, бактеріальну гранулематозну пневмонію, грибову гранулематозну пневмонію, а також застійні явища в легенях [21].

У звіті складеному за результатами проведення некропсії 28 Морських черепах Кемпа (*Lepidochelys kempii*, Garman, 1880), які зазнали переохолодження, були знайденими мертвими на пляжах або померли протягом 48 годин після того, як їх викинуло на міліну у штаті Массачусетс в період між 2001 та 2006 роками наведено дані, що у досліджених черепах були виявлені ураження органів травлення, дихання, нервової та сечостатевої систем. Встановлено, що найбільш частими патологічними станами, які мали виражений вплив на клінічний стан Морських черепах Кемпа (*L. kempii*) були некротичний ентероколіт, бактеріальна або грибову пневмонія [22].

Також пневмонію в Черепахи Мюленберга (*Glyptemys muhlenbergii*, Schoepff, 1801), яка характеризувалась розвитком гранулематозних уражень в одному випадку, а в іншому казеозною пневмонією, що супроводжувалась інфільтрацією гетерофілами, макрофагами, поодинокими лімфоцитами та плазматичними клітинами [23].

Провівши аналіз літературних джерел можна зробити попередній висновок, що патоморфологія пневмоній в різних видів черепах на сьогодні вивчена недостатньо. У зв'язку з цим ми провели макроскопічне, гістологічне, ультраструктурне дослідження легень Червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) в яких реєструвалась гетерофільна пневмонія, яка характеризувалась нагромадженням ексудату у фовеолах, що містив значну кількість гетерофілів, макрофагів, лімфоцитів, еритроцитів, а також вираженою судинною реакцією.

Під час лікування пневмоній різних видів тварин, в тому числі рептилій, широко використовують антибіотики, в тому числі цефалоспорини, що належать до бета-лактамних антибіотиків, які володіють широким спектром антибактеріальних властивостей [24].

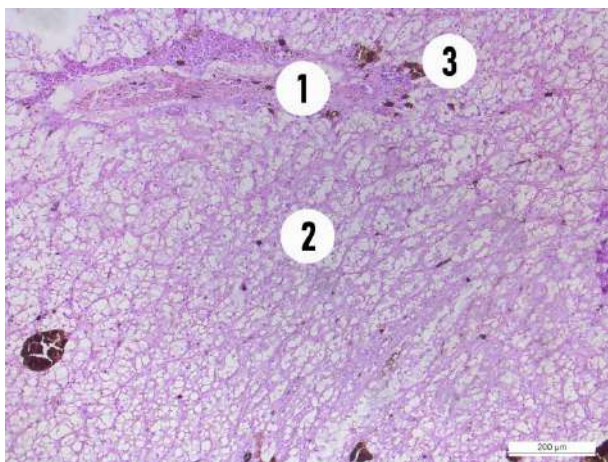
Цефтіфур є цефалоспорином 3 покоління, що досить широко використовується при лікуванні хвороб різних видів тварин [25]. Метаболізм цефтіфуру відбувається в нирках, печінці, дещо в меншій мірі в м'язах та легенях. Вплив зазначеного цефалоспорину 3 покоління на морфологічний стан печінки різних видів тварин, в тому числі рептилій, на сьогоднішній день вивчений не достатньо.



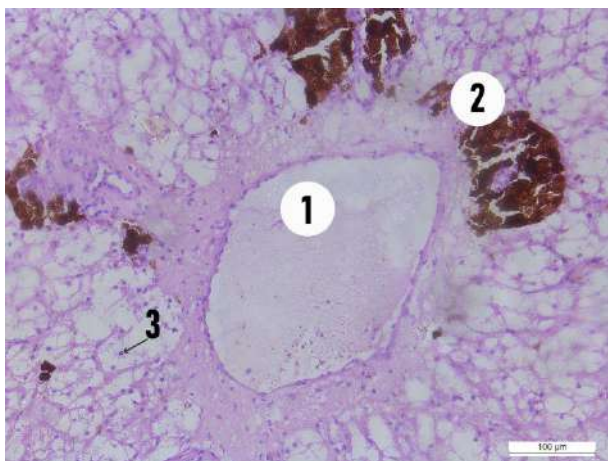
В результаті проведеного нами дослідження встановлено, що внутрішньом'язове введення цефтіфуру в дозі 2,2 мг/кг спричиняє розвиток альтеративних та дисциркуляторних змін в печінці на 14 добу.

Печінка в дослідних черепах була збільшена, неоднорідно забарвлена в жовто-коричневий колір, з краплями чорного кольору, а подекуди червоного кольору. З поверхні розрізу печінки стікала кров. Консистенція печінки була в'ялою, подекуди розрихленою.

За гістологічного дослідження печінки виявили гіперемію венозних судин (рис. 4 та рис. 5). У розширених судинах нагромаджувалась надмірна кількість еритроцитів а подекуди гомогенні маси плазми крові. Меланомакрофагальні комплекси розташовувались нещільно, кількість меланома-крофагоцитів була незначною, меланомакрофагоцити зустрічались рідше.



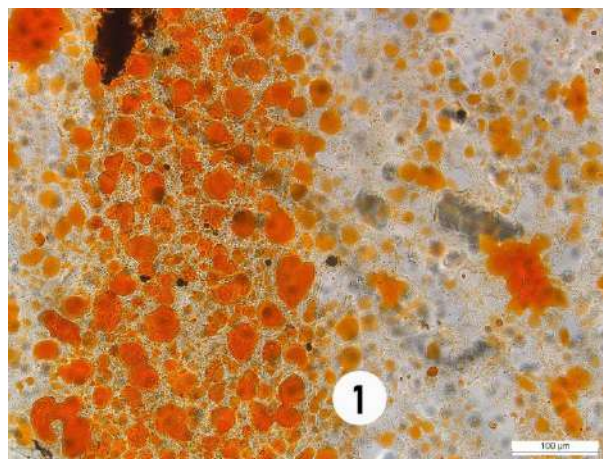
**Рис. 4.** Гіперемія судин (1) печінки. Порушення гістоархітекtonіки гепатоцитів (2). Незначна кількість меланомакрофагальних комплексів (3).  
Гематоксилін та еозин



**Рис. 5.** Розширення та переповнення плазмою крові міжчасточкової вени (1) печінки. Помірна кількість меланомакрофагальних комплексів (2). Пікнотичні ядра окремих гепатоцитів (3).  
Гематоксилін та еозин

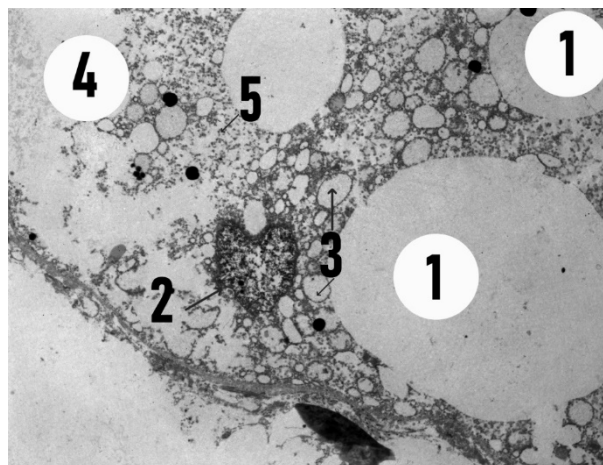
Відзначається порушення гістоархітекtonіки гепатоцитів. Розвиваються некротичні зміни окремих гепатоцитів, про що свідчить наявність пікнотичних ядер гепатоцитів (рис. 5). Слід зазначити, що в

Червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) фізіологічним явищем є наявність в цитоплазмі гепатоцитів значної кількості нейтральних жирів, унаслідок цього макроскопічно печінка має жовтуватий колір, а чорні краплями – це скупчення меланомакрофагоцитів. За результатами дослідження гістологічних препаратів печінки виготовлених за допомогою мікротома-криостата та пофарбованих судом III, встановлено зменшення вмісту нейтральних жирів у цитоплазмі гепатоцитів дослідних тварин та неоднорідне розташування поодиноких об'ємних вакуолей нейтральних жирів (рис. 6).



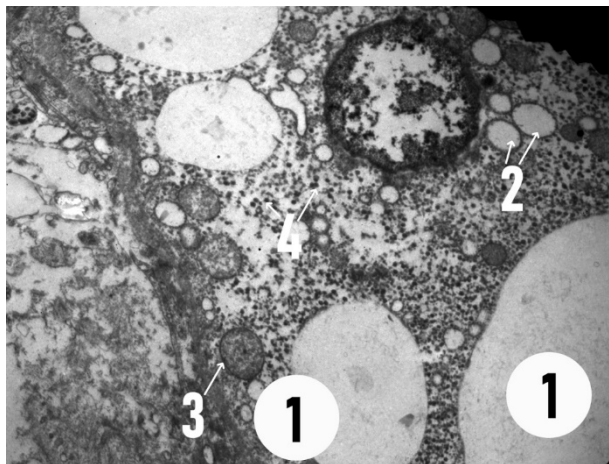
**Рис. 6.** Неоднорідна кількість нейтральних жирів (1) в гепатоцитах.  
Судан III

За проведення трансмісійної електронної мікроскопії печінки також виявили, що ліпідні вакуолі в цитоплазмі гепатоцитів були різного розміру. Також відзначали розширення каналців гранулярної ендоплазматичної сітки цитоплазми гепатоцитів, окремі гепатоцити зазнавали некротичних змін (рис. 7).



**Рис. 7.** Ліпідні вакуолі (1) різного розміру в цитоплазмі гепатоцита. Зменшене в об'ємі ядро гепатоцита (2). Розширення каналців гранулярної ендоплазматичної сітки (3). Розрідження цитоплазми гепатоцита (4) та деструкція органелл. Зменшення кількості гранул глікогену в цитоплазмі гепатоцита (5).  
Електроннограма × 2200

Ядра в таких гепатоцитах зменшувались в об'ємі, ущільнювались були переповнені інтенсивно конденсованим хроматином (каріопікноз), контури каріолеми втрачали чіткість. Відзначали розрідження цитоплазми гепатоцита, а органели в таких ділянках зазнавали деструкції (рис. 7). В цитоплазмі гепатоцитів зменшувалось кількість гранул глікогену (рис. 7, та рис. 8). Також відзначали набухання мітохондрій цитоплазми гепатоцитів та деструкцію їх крист (рис. 8).



**Рис. 8.** Ліпідні вакуолі різного розміру (1) в цитоплазмі гепатоцита. Розширення каналців гранулярної ендоплазматичної сітки (2). Набухання мітохондрій (3) та деструкція їх крист. Неоднорідне розташування гранул глікогену (4). Електроннограма × 4500

## Висновки

За допомогою комплексного патоморфологічного дослідження вперше детально описано структурні зміни, які розвиваються в легенях Червоновухих прісноводних черепах (*Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839)) за розвитку гетерофільної пневмонії, яка характеризується нагромадженням в просвіті фовеол ексудату, що містить значну кількість гетерофілів, макрофагів та лімфоцитів, а також вираженою судинною реакцією. Встановлено, що за парентерального введення терапевтичних доз цефтіфуру в печінці розвиваються гіперемія венозних судин, дистрофічні зміни гепатоцитів, некротичні зміни поодиноких клітин паренхіми печінки. Відзначається зниження щільності меланокрофагальних комплексів печінки. Одержані результати досліджень можуть бути використані при розробці схем лікування пневмоній у різних видів черепах, а також під час аналізу впливу антибіотиків на структурні елементи печінки.

*Перспективи подальших досліджень* полягають у проведенні детального аналізу розвитку структурних змін легень, а також диференційної діагностики різних типів пневмоній у черепах. Також потребує детального дослідження розвиток структурних змін у внутрішніх органах в тому числі печінці за парентерального введення антибіотиків в різні ділянки тіла рептилій.

## Конфлікт інтересів

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

## References

- Mali, I., Vandewege, M. W., Davis, S. K., & Forstner, M. R. J. (2014). Magnitude of the freshwater turtle exports from the US: long term trends and early effects of newly implemented harvest management regimes. *PLoS ONE*, 9 (1), e86478. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086478>
- Reed, R. N., & Gibbons, J. W. (2003). *Conservation status of live United States nonmarine turtles in domestic and international trade. Report to: Division of Scientific Authority, United States Fish and Wildlife*. Cambridge, UK: TRAFFIC International.
- Schumacher, J. (1997). Respiratory diseases of reptiles. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 6 (4), 209–215. [https://doi.org/10.1016/s1055-937x\(97\)80007-2](https://doi.org/10.1016/s1055-937x(97)80007-2)
- Schumacher, J. (2003). Reptile respiratory medicine. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 6 (1), 213–231. [https://doi.org/10.1016/s1094-9194\(02\)00020-8](https://doi.org/10.1016/s1094-9194(02)00020-8)
- Oraggi, F. C., & Jacobson, E. R. (2000). Diseases of the respiratory tract of chelonians. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 3 (2), 537–549. [https://doi.org/10.1016/s1094-9194\(17\)30088-9](https://doi.org/10.1016/s1094-9194(17)30088-9)
- Ciccarelli, S., Valastro, C., Di Bello, A., Paci, S., Caprio, F., Corrente, M. L., Trotta, A., & Franchini, D. (2020). Diagnosis and treatment of pulmonary disease in sea turtles (*Caretta caretta*). *Animals*, 10 (8), 1355. <https://doi.org/10.3390/ani10081355>
- Evans, R. H. (1983). Chronic bacterial pneumonia in free-ranging eastern box turtles (*Terrapene carolina carolina*). *Journal of Wildlife Diseases*, 19 (4), 349–352. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-19.4.349>
- Rieznikov, O. (2001). Problemy etyki 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]
- Horalskyi, L. P., Khomych, V. T., & Kononskyi, O. I. (2015). *Osnovy histolohichnoi tekhniky i morfofunk-tsionalni metody doslidzhen u normi ta pry patolohii: navchalnyi posibnyk*. Zhytomyr: Polissia [in Ukrainian]
- Glauert, A. M. (1975). *Fixation, dehydration and embedding of biological specimens: Practical methods in electron microscopy*. North-Holland: American Elsevier.
- Perry, S. F., Lambert, M., & Schmitz, A. (2019). *Respiratory Biology of Animals*. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199238460.001.0001>
- Lyson, T. R., Schachner, E. R., Botha-Brink, J., Scheyer, T. M., Lambert, M., Bever, G. S., Rubidge, B. S., & de Queiroz, K. (2014). Origin of the unique ventilatory apparatus of turtles. *Nature Communications*, 5 (1). <https://doi.org/10.1038/ncomms6211>
- McNally, K. L., Bowen, J. L., Brisson, J. O., Kennedy, A., & Innis, C. J. (2021). Evaluation of the Respiratory microbiome and the use of tracheal lavage as a diagnostic tool in Kemp's ridley sea turtles (*Lepidochelys kempii*). *Animals*, 11 (10), 2927. <https://doi.org/10.3390/ani11102927>
- Inirah, C. I., Azlan, C. A., Teoh, H. X., Donny, Y., & Jesse, F. F. A. (2017). Pneumonia and concurrent eggs retention in a river terrapin (*Batagur baska*). *Jurnal Veterinar Malaysia*, 29 (1), 13–17.
- Hall, J., Bender, H., Miller, N., & Thompson, P. (2022). Fatal bronchopneumonia and tracheitis in a Green Turtle (*Chelonia mydas*) caused by *Serratia proteamaculans*. *Animals*, 12 (15), 1891. <https://doi.org/10.3390/ani12151891>
- Glazebrook, J., Campbell, R., & Thomas, A. (1993). Studies on an ulcerative stomatitis - obstructive rhinitis - pneumonia disease complex in hatching and juvenile sea turtles *Chelonia mydas* and *Caretta caretta*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 16, 133–147. <https://doi.org/10.3354/dao016133>
- Morick, D., Levy, Y., Davidovich, N., Wosnick, N., Zemah-Shamir, Z., Tchernov, D., & Aizenberg, I. (2023). Pneumocoelom and secondary lung collapse treatment in a stranded loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) in the eastern Mediterranean Sea, Israel. *Veterinary Record Case Reports*. <https://doi.org/10.1002/vrc2.665>

18. Jacobson, E. R., Brown, M. B., Wendland, L. D., Brown, D. R., Klein, P. A., Christopher, M. M., & Berry, K. H. (2014). Mycoplasmosis and upper respiratory tract disease of tortoises: A review and update. *The Veterinary Journal*, 201 (3), 257–264. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.05.039>
19. Pospisil, L., & Canderle, J. (2004). Chlamydia (Chlamydia) pneumoniae in animals: a review. *Veterinární Medicina*, 49 (4), 129–134. <https://doi.org/10.17221/5686-vetmed>
20. Ebani, V. V. (2023). Bacterial infections in sea turtles. *Veterinary Sciences*, 10 (5), 333. <https://doi.org/10.3390/vetsci10050333>
21. Silva, M. A., Jerdy, H. L., Ribeiro, R. B., Medina, R. M., Petronilha, M. B. R. G., Shimoda, E., Werneck, M. R., Andrade, J. G., & Carvalho, E. C. Q. (2016). Histopathological findings in lungs of hawksbill turtles collected on the coasts of the states of Espírito Santo and Rio de Janeiro, Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68 (5), 1267–1274. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8949>
22. Innis, C., Nyaoke, A. C., Williams, C. R., Dunnigan, B., Merigo, C., Woodward, D. L., Weber, E. S., & Frasca, S. (2009). Pathologic and parasitologic findings of cold-stunned kemp's ridley sea turtles (*Lepidochelys kempi*) stranded on cape cod, massachusetts, 2001–2006. *Journal of Wildlife Diseases*, 45 (3), 594–610. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-45.3.594>
23. Carter, S. L., Horne, B. D., Herman, D. W., Nichols, D. K., Haas, C. A., & Mitchell, J. C. (2005). Bacterial pneumonia in free-ranging bog turtles, *Glyptemys muhlenbergii*, from North Carolina and Virginia. *Journal of the North Carolina Academy of Science*, 121 (4), 170–173.
24. Prescott, J. F. (2013). Beta-lactam antibiotics. *Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine*, 153–173. <https://doi.org/10.1002/9781118675014.ch9>
25. Hornish, R., & Katarski, S. (2002). Cephalosporins in veterinary medicine - ceftiofur use in food animals. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 2 (7), 717–731. <https://doi.org/10.2174/1568026023393679>

#### ORCID

V. Chuliuk  <https://orcid.org/0000-0002-3082-7215>  
 R. Dankovych  <https://orcid.org/0000-0003-3254-0506>



2023 Chuliuk V. and Dankovych 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.

## Trauma of the limbs in horses and methods of treatment

S. Kulynych  | V. Kramarenko | M. Zezekalo

### Article info

Correspondence Author

S. Kulynych

E-mail:

[sergii.kulynych@pdaa.edu.ua](mailto:sergii.kulynych@pdaa.edu.ua)

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody str.,

Poltava, 36003,

Ukraine

**Citation:** Kulynych, S., Kramarenko, V., & Zezekalo, M. (2023). Trauma of the limbs in horses and methods of treatment. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 116–121. doi: 10.31210/spi2023.26.02.20

For the comfortable life of horses, it is important to have healthy hooves, as achieving high sports results requires the distal part of the horse's limb to be in proper condition, involving periodic inspections and regular functional orthopedic trimming. Proper care of the limbs and hooves of a horse is a guarantee of its health and well-being. Without the ability to move normally, your horse is at risk of developing various diseases, including traumatic ones. Among the latter, the most common and dangerous is laminitis. The purpose of our work is to conduct monitoring studies on the prevalence of limb injuries in horses and to propose the most optimal treatment schemes for detected pathologies. Monitoring studies were carried out throughout 2022 based on the following facilities: equestrian complex "Solomakhino Rancho" in Kyiv; horse farm "KK-delight" in Bortnichki; horse farm "Rehabilitation center of the club of horse lovers and other animals Hippos" in the Kirovohrad region, Kropyvnytskyi. The spread of limb pathologies in horses was studied using commonly accepted methods and special equipment. The research conducted in the conditions of horse farms and equestrian complexes revealed limb pathologies in animals, including a fracture of the coffin bone of the left pelvic limb, laminitis of the right thoracic limb, chronic laminitis, hoof deformities with signs of partial destruction of the hoof sole horn. The mentioned pathologies were found in animals of different ages during the research. The analysis carried out allowed identifying the most common limb diseases in horses and developing appropriate treatment measures. In particular, for the treatment of horses with acute laminitis, it is recommended to use "Havens" feeds in combination with the local application of clay with added zinc oxide and further fixation with orthopedic shoes and the application of "Magic Cushion" Xtreme EU Hoof Packing material. Additionally, the administration of the drug "Meloxicam" is recommended. In case of chronicization of the pathological process, it is advisable to perform orthopedic trimming with the subsequent use of a bandage with a special mixture consisting of iodine and sugar in a proportion of 1 : 50, which is fixed on the affected limb using a bandage and adhesive-reinforced tape. For fractures of the coffin bone, it is recommended, after mechanical cleaning, to apply a special material, Hoof Care, closer to the heel on the sole area, ensuring the full operation of the hoof mechanism of the affected animal. In the case of detecting deformations in horses, timely trimming is recommended, and when areas of destruction are found, the application of a 10.0 % copper sulfate aerosol on the sole surface of hooves is advised.

**Keywords:** horses, trauma, limbs, hoof deformation, laminitis, coffin bone, hoof horn.

## Травматизм кінцівок у коней та способи лікування

С. М. Кулинич | В. В. Крамаренко | М. А. Зезекало

Полтавський державний

аграрний університет,

Полтава,

Україна

Для комфортного життя коней важливо мати здорові копита, оскільки для забезпечення високих спортивних результатів дистальний відділ кінцівки коней повинен бути в належному стані і передбачає періодичний огляд і проведення періодичної функціональної ортопедичної обрізки. Правильний догляд за кінцівками і копитами коня – це запорука його здоров'я і благополучного життя. Без можливості нормально рухатися, ваш улюбленець ризикує отримати низку захворювань в тому числі травматичних. З останніх найбільш поширеним і небезпечним є ламініт. Метою нашої роботи провести моніторингові дослідження щодо поширення травматизму кінцівок у коней та запропонувати найбільш оптимальні схеми лікування за виявлених патологій. Моніторингові дослідження проводилися упродовж 2022 року на базі: кінного комплексу «Соломахино Ранчо» м. Київ; кінного господарства «KK-delight», м. Бортничі; кінного господарства «Реабілітаційний центру клубу любителів коней та інших тварин Hippos» Кіровоградської області м. Кропивницький. Поширення патологій кінцівок у коней проводили за загальноприйнятими методиками зі використанням спеціального та допоміжного обладнання. Проведеними дослідженнями в умовах конегосподарств та кінного комплексу у тварин виявлені патології кінцівок, зокрема: перелом човникової кістки лівої тазової кінцівки, ламініт правої грудної кінцівки, хронічний ламініт, деформації копит із ознаками часткового руйнування копитного підшовного рогу. Вказані патології в ході досліджень були виявлені у тварин різного віку. Проведений аналіз дозволив виявити найбільш розповсюджені хвороби кінцівок у коней та провести відповідні лікувальні заходи. Зокрема, для лікування коней з гострим ламінітом рекомендовано застосовувати корми «Havens» у поєднанні з локальним накладанням глини з додавали до неї оксиду цинку та подальшою фіксацією ортопедичним взуттям та застосуванням матеріалу «Magic Cushion" Xtreme EU Hoof Packing». Окрім того пропонується парентерально вводити препарат «Мелоксивет». У випадку хронізації патологічного процесу рекомендовано проводити ортопедичну розсітку з подальшим використанням пов'язки зі спеціальною сумішшю, що складається з йоду та цукру у пропорції 1 : 50 яку фіксували на ураженій кінцівці за допомогою бинта та клейкої армованої стрічки. За перелому човникової кістки рекомендовано після механічної очистки на підшовну ділянку ближче до п'яти накладання спеціального матеріалу Hoof Care, що забезпечує повноцінну роботу механізму копита хворої тварини. За виявлення у коней деформацій рекомендовано для забезпечення позитивного терапевтичний ефект проводити їх своєчасну обрізку а при виявленні зон руйнування застосовувати на підшовну поверхню копит аерозольно 10,0 % міді сульфат.

**Ключові слова:** коні, травматизм, кінцівки, деформація копит, ламініт, човникова кістка, копитний ріг.**Бібліографічний опис для цитування:** Кулинич С. М., Крамаренко В. В., Зезекало М. А. Травматизм кінцівок у коней та способи лікування. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 116–121.

## Вступ

Як зазначають Thiemann & Poore хвороби копит є основною причиною поганого добробуту та смертності коней усьому світі. Проблеми, пов'язані із захворюванням копит, обговорюються в контексті поведінки, дієти, лікування та профілактики. Обговорюються найпоширеніші захворювання, в тому числі ламініт, деформації рогової капсули, хвороба білої лінії [1].

Для забезпечення опорної та динамічної функції рухового апарату важливим є підтримання у належному стані копит [2]. Як зазначає, переважна більшість ортопедів порушення в руховому апараті коней призводить до захворювань у дистальному відділі. З низки ортопедичних захворювань найбільш небезпечним є ламініт [3]. Класично патологія починається з листочкового шару стінки, а за її прогресування призводить до відшарування листочкового рогу стінки від трубчастого рогу вінчика на фоні гнійного запалення, яке поширюється на копитну кістку та супроводжується ексунгуляцією [4–5].

Низка дослідників зазначають, що ламініт, один із найбільш виснажливих станів у коней, є результатом кількох системних захворювань. Це відкриття разом з іншими нещодавніми розробками в галузі дослідження ламініту спровокували перегляд наших клінічних і дослідницьких стратегій щодо цього захворювання. По-перше, ламініт зараз вважається клінічним синдромом, пов'язаним із системним захворюванням (ендокринним захворюванням, сепсисом або синдромом системної запальної відповіді SIRS) або зміною ваги, а не окремим захворюванням [6].

Загальновідомо, що третя фаланга пальця коня підвішена всередині копитної капсули спеціалізованим міжпальцевим дермоепідермальним шаром, пластинками, які руйнуються під час ламініту. Як зазначають Laa & Pollitt за гострого ламініту формуються патологічні зміни в базальній мембрані, яка сполучає епідерміс і дерму [7].

Серед травматичних уражень у коней досить часто діагностуються відривні переломи від дистального краю човноподібної кістки. Переломи човноподібної кістки у лоша зустрічаються порівняно рідко [8].

Eichenberger, Furst, Sanchez-Andrade, Geyer, & Jackson, на основі проведених обстежень коней із переломами човникової кістки в умовах факультету Vetsuisse Цюріхського університету зробили висновок, що хірургічна фіксація парісагітальних переломів (лаг-гвинт) технічно досить складна, але потенційно покращує прогноз повернення до роботи приблизно до 80 % тварин. Якщо хірургічна фіксація неможлива, то автори рекомендують проводити підковування для підняття п'яти стопи [9].

Досить поширені серед патологій коней також і деформації копит. Так, CRomano, Ghilardi & Fimiani за результатами скануючої електронної мікроскопії зразків зазначають, що зміни копитного рогу виявленні в роговій капсулі, такі як тріщини, хвороби білої лінії, ламкість (особливо в ділянці підосви),

паракератоз і синці, можуть бути обумовлені дією кератинофільних грибів. Інші дослідники виявили, що за зазначених патологій копитний ріг усіх восьми коней був інфікований кератинопатогенними грибами *Trichophyton* spp та *Scopulariopsis brevicaulis*. СЕМ виявила серйозні зміни структури рогів у зразках рогів, інфікованих кератинопатогенними грибами, порівняно із здоровим рогом копита. Найбільш вираженими змінами були погіршення трубчастої структури стінки рогу, руйнування рогових шарів, поверхневий лізис ороговілих клітин та наявність грибкових елементів [10, 11]. На наявність у мікроскопічних грибів факторів здатних до руйнування ороговілих структур копита вказують і інші дослідники [12].

У світовому масштабі хвороби кінцівок у коней є досить поширеними патологіями, що завдають значної шкоди здоров'ю тварин, а їх власникам економічних збитків, що пов'язані з лікуванням та відновленням рухової активності тварин.

## Мета дослідження

Метою нашої роботи було провести моніторингові дослідження щодо поширення травматизму кінцівок у коней та запропонувати найбільш оптимальні схеми лікування за виявлених патологій.

## Матеріали і методи

Моніторингові дослідження щодо поширення та встановлення нозологічного профілю патологій опорного апарату коней проводили упродовж 2022 року на базі різних конегосподарств та комплексів. Зокрема, кінного комплексу «Соломахіно Ранчо» м. Київ та кінного господарства «КК–delight», м. Бортничі Київської області а також кінного господарства «Реабілітаційний центру клубу любителів коней та інших тварин Hippo» м. Кропивницький Кіровоградської області. Дослідженню піддавали коней різних вікових груп, порід, із різними умовами утримання та експлуатації.

Передумовою для встановленню діагнозу передувало зібрання анамнезу та комплексне ортопедичне обстеження тварини. Останнє передбачало огляд тварини в статичі та динаміці, пальпаторне обстеження ураженої кінцівки (поставка кінцівок, їх винос, ритм руху, наявність кульгавості), або уражених ділянок на предмет виявлення ознак запалення. Також здійснювали локальне дослідження копита (огляд, планіметрія, визначення характеру деформації, тощо). За потреби проводилося рентгенологічне дослідження з використанням різних рентгенологічних апаратів (EkoRay Orange-9020HF та DIG-610) [13, 14].

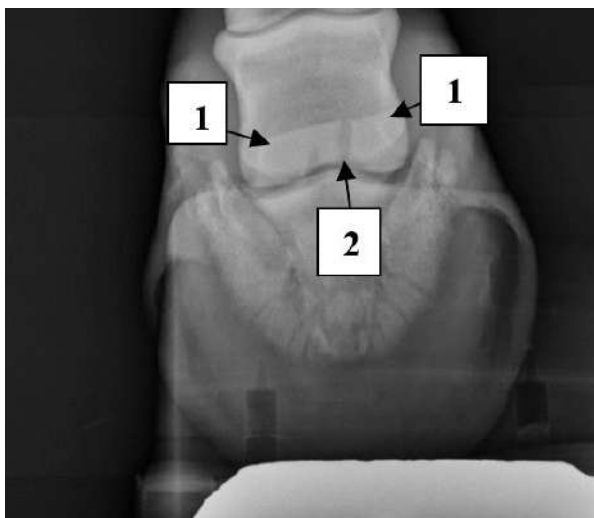
При встановленні у тварин діагнозу на ламініт, хворим тваринам за потреби проводилася розчистка копита та надавалася первинна хірургічної обробки ураженої ділянки за загальноприйнятою в ортопедії послідовністю [15].

Наявність деформації копит та їх вид встановлювали на підставі клінічного огляду та промірів копит за допомогою лінійки з ціною поділки 1 мм та

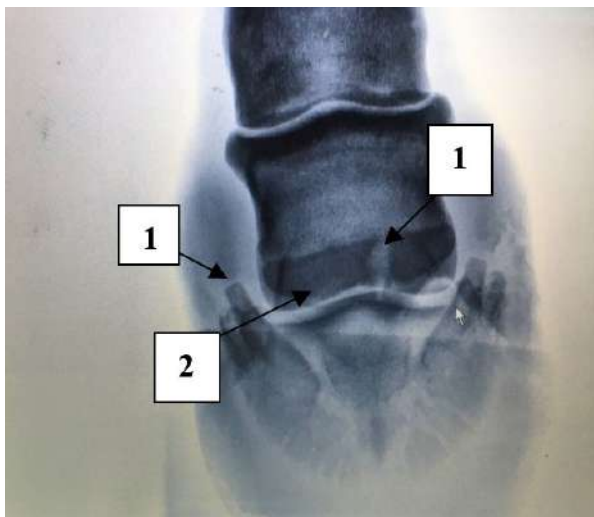
інклімеру [4]. Отримані дані вносилися в частину протоколу клінічного дослідження коня [5]. Після встановленні характеру спотворення рогової капсули виконували обрізку копит. Оцінювали стан копита та за потреби виправляли дисбаланс копита за методикою за Штрассер [16]. При виявленні ділянок гниття проводили їх максимальне видалення за загальноприйнятими методиками [17, 18].

### Результати та їх обговорення

Проведеними в умовах кінного комплексу «Соломахіно Ранчо» (м. Київ) дослідженнями щодо наявності патологій в ділянці рухового апарату коней нами було виявлено фрактуру човникової кістки лівої тазової кінцівки у кобили (рис. 1 а та б).



а.



б.

**Рис. 1.** Перелом човникової кістки лівої тазової кінцівки у кобили віком 14 років (рентгенограма): а. – уламки кісток; б. – місце перелому

За перелому човникової кістки лівої тазової кінцівки під час руху тварини відмічали виражену кульгавість на уражену кінцівку. За клінічного обстеження дистального відділу кінцівки виявляли запальний набряк. Останній був гарячим та болючим. В статичному положенні тварина виводила кінцівку з

опори. Оглядом підошовної ділянки встановлено наявність важкої підкови на підошві (рис. 2).



**Рис. 2.** Важка підкова з додатковими гілками у кобили за перелому човникової кістки лівої тазової кінцівки

Послідовність лікування хворої тварини передбачала, видалення підкови, яка провокувала формування патологічного процесу, формування належних умов для амортизації п'яткової ділянки, що в свою чергу відновлювало порушений механізм роботи копита. З цією метою застосовували ортопедичний твердіючий матеріал Hoof Care та проводили підковування тварин (рис. 3).



**Рис. 3.** Припасована кругла підкова на твердіючий відбитковий матеріал Hoof Care

На момент закінчення спостереження (1,5 міс.) було встановлено наступне, у тварини покращився загальний стан. Зазначене проявлялося в зменшенні ступеню кульгавості (тварина спиралася на хвору

кінцівку в статичному положенні). Варто зазначити, що повну працездатність тварина відновила приблизно через півроку. На місці перелому виявляли міцне утворення фіброзної тканини, яка не турбувало тварину.

В умовах кінного господарства «КК-delight» (м. Бортничі) у кобили української верхової породи віком 18 років за наслідками досліджень встановлений діагноз ламініт правої грудної кінцівки. Діагноз установлювали комплексно, зокрема враховували дані клінічного огляду та промірів зони ураження та підтверджували рентгенографічно у двох проекціях

(латеро-медіальній та дорсо-вентральній) із використанням портативного рентген апарату DIG-610.

За вказаної патології, у тварини було вираженим в статичному положення перенесення ваги тіла на тазові кінцівки. Також значно вираженою була слабкість кінцівок (її легко було вивести з опори штовхаючи з незначними зусиллями). В динаміці виявляли опірну кульгавість. Локально крім симптомів запалення виявляли часткове відшарування копитної стінки в бічній зачепній стінці (рис. 4 а та 4 б).



**Рис. 4.** Ламініт правої грудної кінцівки у кобили української верхової породи:

*а.* – клінічні ознаки ламініту; *б.* – дані рентгенографічного обстеження

За встановлення діагнозу після механічної очистки копита тварині проводили виконання первинної хірургічної обробки ураженої ділянки за загальноприйнятою в ортопедії послідовністю [15]. В подальшому локально застосовували глину з оксидом цинку та фіксували ортопедичним взуттям зверху (застосовували матеріал «Magic Cushion» Xtreme EU Hoof Packing) та парентерально застосовували препарат «Мелоксивет» відповідно до настанови. Окрім того, до складу раціону тварини додатково вводили, низькокалорійний з підвищеним вмістом волокон, знизеним рівнем крохмалю корм «Havens». Останній містив антиоксиданти, необхідний для терапевтичного впливу рівень біотину посиленого вітамінами та мікроелементами. Також він стимулював у хворої тварини жування та слиновиділення.

Після 8 місячного лікування спостерігали відновлення копитної стінки на 80,0 %.

Проведені дослідження на базі «Реабілітаційного центру клубу любителів коней та інших тварин Ніррос», що у м. Кропивницькому дозволили виявити 5 тварин у яких було діагностовано ознаки руйнування підшовного рогу.

Зокрема, у 13 річної кобили вагової породи а відмічали ознаки руйнування підшовного рогу на

лівій грудній кінцівці (рис. 5) більш виражене на латеральному боці копита. В цих ділянках ріг втрачав притаманну йому міць та мав численні ознаки руйнування.



**Рис. 5.** Руйнування підшовного рогу підшви лівій грудній кінцівці у кобили вагової породи

Дещо відрізнялася картина за гниття білої лінії. Так, у 10-и річної кобилі української верхової породи, на правій тазовій кінцівці в ділянці білої лінії, після ортопедичної розчистки відмічали патологічні зміни. Зокрема бічні поверхні в зоні білої лінії мали ознаки гниття (рис. 6), колір був змінений на чорний.



**Рис. 6.** Гниття білої лінії на правій тазовій кінцівці української верхової породи

Схожою була картина у безпородної 10-річної кобилі, на тазовій правій кінцівці виявляли ознаки гниття бічних частин білої лінії та часткове руйнування підшови на правій частині копита. У безпородного віслюка Яшка 8-річного віку. Відмічали деформацію тазових кінцівок та ознаки руйнування підшовного рогу, останній на підшві утворював товщиною на декілька міліметрів шар зруйнованого крихкого рогу під яким знаходився потоншений твердий ріг підшови

При виявленні ділянок гниття проводили їх максимальне видалення за загальноприйнятими методиками [17, 18]. Уражену поверхню двічі на добу обробляли 10 % препаратом міді сульфату шляхом аерозольного розпилення. Слід зазначити, що за даними науковців Hertta Pirkkalainen, Dörte Döpfer, Timo Soveri, Minna Kujala- Wirth ефективність вищезазначеної лікувальної обробки тварин із ортопедичною патологією за її правильного проведення може сягати 97,0 % [19, 20], що є досить високим результатом.

У кобилі української верхової породи, 11- річного віку відмічали при розчистці тазових кінцівок відмічали гниття білої лінії ближче до п'яти (рис. 7 а та 7 б).



а.



б.

**Рис. 7.** Гниття білої лінії У кобилі української верхової породи в ділянці ближче до п'яти:  
а. – підшовна ділянка до розчистки, б. – гниття білої лінії та руйнування підшови

Хворим тваринам за виявленні ділянок гниття проводили їх максимальне видалення, та аерозольну обробку міді сульфатом 10,0 %.

Також у поні виявили надмірне відростання копитного рогу та зміну його поверхні, він став хвилястим та в ділянці вінчика втрачав глазур (рис. 8 а та 8 б).



а.



б.

**Рис. 8.** Хронічний ламініт у поні:  
а. – обрізані надмірно відрослі, б. – руйнування підшови  
*Scientific Progress & Innovations • 26 (2)*



Після встановлення діагнозу та відповідної ортопедичної розчистки з подальшим використанням пов'язки зі спеціальною сумішшю, що складається з йоду та цукру у пропорції 1 : 50 яку фіксували на ураженій кінцівці за допомогою бинта та клейкої армованої стрічки. Окрім того хворій тварині було призначено згодовування спеціального корму «Нагvens», що є рекомендованим для коней з ламінітом та локально після ортопедичної розчистки використовували суміші йоду та цукру, бинта, та клейкої армованої стрічки для фіксації пов'язки у пропорції 1 : 50.

## Висновки

Дослідженнями встановлено, що в умовах кінного комплексу «Соломахино Ранчо» м. Київ; кінного господарства «КК–delight», м. Бортничі; кінного господарства «Реабілітаційний центру клубу любителів коней та інших тварин Ніррос» Кіровоградської області м. Кропивницький у коней реєструються захворювання кінцівок. Нозологічний профіль патології кінцівок був представлений переломом човникової кістки тазової кінцівки, ламінітом, хронічним ламінітом, деформацією копит із ознаками часткового руйнування копитного підшовного рогу. Запропоновані методи лікування виявилися досить ефективними для коней страждаючих на різні види ортопедичної патології.

*Перспективи подальших досліджень.* Планується проведення подальших моніторингових досліджень з метою виявлення травматичних уражень у коней.

## Конфлікт інтересів

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

## References

1. Thiemann, A. K., & Poore, L. A. (2019). Hoof disorders and farriery in the donkey. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 35 (3), 643–658. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2019.08.012>
2. Körber, H. D. (2000). *Kovka i bolezni kopyt loshadej*. Moskva: Akvarium LTD [in Russian]
3. Nassau, R. V. (2009). *Poroki i bolezni kopyt: problemy kovki*. Moskva: Akvarium [in Russian]
4. Goodman, N. L., & Baker, B. K. (1990). Lameness Diagnosis and Treatment in the Quarter Horse Racehorse. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 6 (1), 85–108. [https://doi.org/10.1016/s0749-0739\(17\)30558-8](https://doi.org/10.1016/s0749-0739(17)30558-8)
5. *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. (2011). <https://doi.org/10.1016/c2009-0-50774-x>

6. Patterson-Kane, J. C., Karikoski, N. P., & McGowan, C. M. (2018). Paradigm shifts in understanding equine laminitis. *The Veterinary Journal*, 231, 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.11.011>
7. de Laat, M. A., & Pollitt, C. C. (2019). Ultrastructural examination of basement membrane pathology in horses with insulin-induced laminitis. *Domestic Animal Endocrinology*, 69, 30–34. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2019.04.004>
8. Colles, C. M. (2011). Navicular bone fractures in the horse. *Equine Veterinary Education*, 23 (5), 255–261. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2011.00228.x>
9. Eichenberger, S., Fürst, A. E., Suárez Sánchez-Andrade, J., Geyer, H., Jackson, M. A. (2021). Avulsion fracture at the insertion border of the impar ligament distal to the navicular bone in a three-and-a-half-months old foal. *Pferdeheilkunde – Equine Medicine*, 37 (4), 379–385. Retrieved from: <https://www.pferdeheilkunde.de/en/find-articles/authors/?uid=2851&index=e>
10. Romano, C., Ghilardi, A., & Fimiani, M. (2006). Dystrophic onychomycosis due to *Microsporum gypseum*. *Mycoses*, 49 (4), 335–337. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0507.2006.01248.x>
11. Apprich, V., Spersger, J., Rosengarten, R., Hinterhofer, C., & Stanek, C. (2010). Scanning electron microscopy and fungal culture of hoof horn from horses suffering from onychomycosis. *Veterinary Dermatology*, 21 (4), 335–340. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2009.00864.x>
12. Kulynych, S. M., Kabluchka, A. P., Petrenko, M. O., Kravchenko, S. O., & Kanivets, N. S. (2018). Biochemical properties of microscopic fungi cultures isolated from injured keroid formations of skin. *World of Medicine and Biology*, 14 (64), 204–208. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2018-2-64-204-208>
13. Pollitt, K. K. (1995). *Konechnosti loshadej. Illyustrirovannyj atlas*. Moskva: Mosby [in Russian]
14. Kempson, S. A., & Robb, R. (2004). Use of a topical disinfectant as part of a hoof care programme for horses with diseases of the hoof capsule. *Veterinary Record*, 154 (21), 647–652. <https://doi.org/10.1136/vr.154.21.647>
15. Pollitt, C. C. (1998). The anatomy and physiology of the hoof wall. *Equine Veterinary Education*, 10 (6), 318–325. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.1998.tb00902.x>
16. Strasser H. & Kells S. (2000). *The hoofcare specialist's handbook: hoof orthopedics and holist lameness rehabilitation*. Canada: Sabine Kells.
17. Stotskiy, O. H., & Lazorenko, A. B. (2004.) *Rozpovsiudzhennia ta struk-tura khirurhichnoi patolohii u konei. Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Kademii*, 1, 17–19. [in Ukrainian]
18. Borysevych, V. B., Borysevych, B. V., Petrenko, O. F., & Khomyn, N. M. (2007). *Veterynarna ortopediia; khvoroby kopyt i kopytets* Kyiv [in Ukrainian]
19. Pirkkalainen, H., Döpfer, D., Soveri, T., & Kujala-Wirth, M. (2022). Comparison of ozonated water and acidified copper sulphate in prevention of digital dermatitis in dairy cows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 64 (1). <https://doi.org/10.1186/s13028-022-00657-8>
20. Holzhauser, M., Bartels, C. J., Bergsten, C., van Riet, M. M. J., Frankena, K., & Lam, T. J. G. M. (2012). The effect of an acidified, ionized copper sulphate solution on digital dermatitis in dairy cows. *The Veterinary Journal*, 193 (3), 659–663. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.06.049>

## ORCID

- S. Kulynych  <https://orcid.org/0000-0003-1660-643X>  
 V. Kramarenko  <https://orcid.org/0000-0003-1377-0373>  
 M. Zezekalo  <https://orcid.org/0000-0002-4962-416X>



© 2023 Kulynych 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.

## Automated system of shot blasting processing of free surfaces of metal products

O. Goryk | O. Brykun  | O. Ivanov | S. Koval'chuk | V. Muravlov

### Article info

Correspondence Author

O. Brykun

E-mail:

[oleksandr.brykun@pdau.edu.ua](mailto:oleksandr.brykun@pdau.edu.ua)

Poltava State Agrarian

University,

1/3, Skovorody str.,

Poltava, 36003,

Ukraine

**Citation:** Goryk, O., Brykun, O., Ivanov, O., Koval'chuk, S., & Muravlov, V. (2023). Automated system of shot blasting processing of free surfaces of metal products. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (2), 122–128. doi: 10.31210/spi2023.26.02.21

In mechanical engineering, there is a steady trend of manufacturing large-sized metal products from carbon steels with protective corrosion-resistant non-metallic coatings on surfaces in contact with aggressive environments. This allows you to abandon the use of expensive nickel-chromium-molybdenum steels and special alloys such as hastelloy, remanite, and others. At the same time, the process of blast-jet preparation of working surfaces for applying such coatings plays a major technological role, as it ensures the strength of the adhesion of the protective coating to the metal base of the product. A robotic system for shot blasting of free surfaces of products is proposed, consisting of a mobile robotic module, a precision electronic tool for scanning the processing surface and a central microcontrol module for controlling the complex. An improved shot blasting cleaning technology is presented with full integration of the technical characteristics of the created automated system and mutually agreed set and consequent parameters of shot blasting. The system allows remote processing of metal surfaces of free volumetric and spatial forms (missile hulls, aircraft fuselages, tanks for storing toxic liquids, torpedo hulls, hulls of chemical, biological, food, medical and other storage devices, hulls of ships and submarines) in compliance with high productivity, processing quality, minimization of energy and economic indicators and environmental safety. The practical value of the development is revealed in the production of capacitive products that are operated in special conditions and require reliable protection from the destructive aggressive effects of chemically active environments, high pressures and temperatures. The proposed technical-technological solutions can be used in the defense and civil-industrial sectors as a high-tech and economically justified alternative to other cleaning methods and common time-consuming manual labor for the preparation and corrosion protection of metal surfaces of products. The proposed automated shot blasting cleaning system will provide the following main advantages: improvement of the quality of processing of free surfaces of metal products; the possibility of online monitoring by a central microcontroller device according to the state of the processed surface; energy saving; ecological safety; versatility; minimization of the influence of the human factor on the process; reduction of technological time for product processing.

**Keywords:** shot blast cleaning, metal surface, robotic complex, protective non-metallic coating.

## Автоматизована система дробоструминної обробки вільних поверхонь металевих виробів

О. В. Горик | О. М. Брикун | О. М. Иванов | С. Б. Ковальчук | В. В. Муравльов

Полтавський державний

аграрний університет

м. Полтава,

Україна

У машинобудуванні спостерігається стійка тенденція виготовлення металевих великогабаритних виробів із вуглецевих сталей із захисними корозійностійкими неметалевими покриттями поверхонь, контактуючих із агресивним середовищем, що дозволяє відмовитися від використання дорогих нікель-хром-молібденових сталей і спеціальних сплавів типу хастеллой, реманіт та інші. При цьому процес дробоструминної підготовки робочих поверхонь, для нанесення на них таких покриттів, грає головну технологічну роль, оскільки забезпечує міцність зчеплення захисного покриття з металевою основою виробу. Пропонується роботизована система дробоструминної обробки вільних поверхонь виробів, яка складається з мобільного роботизованого модуля, прецизійно-електронного засобу сканування оброблювальної поверхні й центрального мікроконтрольного модуля керування комплексом. Подана удосконалена технологія дробоструминного очищення з повною ув'язкою технічних характеристик створеної автоматизованої системи і взаємоузгоджених заданих і наслідкових параметрів дробоструминня. Система дозволяє проводити дистанційну обробку металевих поверхонь вільних об'ємно-просторових форм (корпуси ракет, фіюзеляжі літальних апаратів, резервуари для зберігання токсичних рідин, корпуси торпед, корпуси хімічних, біологічних, харчових, медичних та інших ємнісних апаратів, корпуси кораблів і підводних човнів) з дотриманням високої продуктивності, якості обробки, мінімізації енергетичних і економічних показників та екологічної безпеки. Практична цінність розробки виявляється при виготовленні ємкісних виробів, що експлуатуються в особливих умовах і потребують надійного захисту від руйнівного агресивного впливу хімічно активних середовищ, високих тисків та температур. Запропоновані техніко-технологічні рішення можуть бути використані в оборонній та цивільно-промисловій галузях як високотехнологічна та економічно виправдана альтернатива іншим методам очистки і поширеній трудомісткій ручній праці з підготовки та корозійного захисту металевих поверхонь виробів. Запропонована автоматизована система дробоструминної обробки забезпечить такі основні переваги: підвищення якості обробки вільних поверхонь металевих виробів; можливість онлайн-моніторингу центральним мікроконтролерним пристроєм за станом оброблюваної поверхні; енергоощадливість; екологічна безпека; універсальність; мінімізація впливу людського фактору на процес; зменшення технологічного часу на обробку виробу.

**Ключові слова:** дробоструминне очищення, металева поверхня, мобільний роботизований модуль, захисне неметалеве покриття.

**Бібліографічний опис для цитування:** Горик О. В., Брикун О. М., Иванов О. М., Ковальчук С. Б., Муравльов В. В. Автоматизована система дробоструминної обробки вільних поверхонь металевих виробів. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (2). С. 122–128.

## Вступ

У практиці машинобудування для виготовлення деталей і нерозбірних складальних одиниць робочих машин усе частіше використовуються композитні матеріали, які мають міцну основу і стійку до агресивного впливу хімічно активного середовища поверхню. Таке ефективне поєднання фізичних властивостей досягається й при використанні для виготовлення промислових виробів вуглецевих сталей із захисними покриттями (скловидними, керамічними, склокристалічними, резиновими, полімерними та іншими). Застосування захисних неметалевих покриттів дозволяє відмовитися від використання корозійностійких дорогих нікель-хром-молібденових сталей і спеціальних сплавів типу хастелой, реманіт та інші [1, 2]. Слід відмітити, що в Україні нікель, як основний компонент для отримання спеціальних сталей і сплавів є стратегічним металом.

Перед нанесенням захисного неметалевого покриття на поверхні виробів із вуглецевої сталі виконують технологічну підготовку цих вільних поверхонь. Ефективним методом підготовки поверхонь є дробоструминна обробка (ДО), у процесі якої відбувається не тільки видалення окисних відкладень (окаліни) але і формування на очищеній поверхні рівномірної шорсткості із заданими геометричними параметрами рельєфу, які сприяють міцному щепленню ґрунтового шару захисного неметалевого покриття з металевою основою. По енергоємності ДО не поступається абразивному шліфуванню, а по гнучкості – помітно перевершує його [3, 4].

Підвищення стійкості поверхонь деталей і вузлів із недорогих низьковуглецевих сталей шляхом нанесення на їх поверхню на стадії напівфабрикатів захисних неметалевих покриттів [5, 6], що за хімічною стійкістю помітно перевершують відомі нержавіючі сталі і спеціальні сплави є перспективним засобом підвищення надійності і тривалості експлуатації техніки. Тому удосконаленню технології дробоструминного очищення металевих поверхонь приділяється належна увага дослідників й конструкторів.

Авторами [3, 7, 8] розроблено практичні рекомендації щодо конструювання та застосування високопродуктивних установок для реалізації процесу струминно-абразивної обробки дрібних деталей. Для циліндричних порожнистих виробів відома вакуумна дробоструминна установка фірми Blastrac. Вона має замкнений цикл абразиву і очищення проходить в обмеженому просторі струминної насадки. З метою підвищення продуктивності, точності позиціонування деталі в зоні обробки та керування параметрами процесу, використовують дробоструминні камери для очистки поверхні виробів, що мають малий і середній розмір або складну просторову форму. Вони обладнанні системами збору, очистки і накоплення абразиву, фільтрації і вентиляції повітря, транспортування виробів [9, 10]. Проте операція очищення потребує ручного переміщення уздовж криволінійних поверхонь.

Інші відомі пристрої [11, 12, 13], що здатні очищати внутрішню поверхню великогабаритних

заготовок механізовані, але не мають самохідних механізмів для пересування. Ці недоліки вирішені у пристроях [14, 15], виконаних у вигляді транспортного засобу з приводом, здатним вільно пересуватися всередині резервуара по горизонтальних площинах днища. Мобільний робот [16] для механічного очищення корпусу судна може нерухомо утримуватися на поверхні корпусу за допомогою магнітів.

У ряді охоронних документів описано окремі засоби автоматизації процесу ДО великогабаритних циліндричних виробів, зокрема, автоматичні маніпулятори і самохідний модуль [17], застосування яких дещо обмежується геометрією та конструкцією оброблюваного виробу. Теоретичні основи та рекомендації практичного застосування результатів дослідження, з ув'язкою технологічних параметрів процесу, приведені в [18–21]. Незважаючи на значні науково-практичні досягнення в модернізації процесу дробоструминня, машинобудівні заводи потребують подальших інновацій із застосуванням роботизованих засобів із контролем якості обробленої поверхні в автоматичному режимі, що гарантуватиме надійність захисного покриття.

## Мета дослідження

Метою роботи є створення функціональної моделі адаптивного робототехнічного комплексу дробоструминної обробки вільних поверхонь металевих виробів із алгоритмічним обґрунтуванням режимних параметрів реалізації технологічного процесу для забезпечення вимог щодо якості оброблених поверхонь перед нанесенням на них корозійностійких захисних неметалевих покриттів із формуванням міцного та рівномірного бар'єрного шару.

Основні завдання роботи: встановити вихідні та наслідкові технологічні параметри; розробити технологічну та функціональну схеми автоматизованого робототехнічного комплексу дробоструминної обробки вільних поверхонь металевих виробів апаратів із засобами контролю якості обробленої поверхні і коректури технологічних режимів; розробити покроковий алгоритм визначення раціональних технологічних режимів дробоструминного очищення для досягнення наперед заданої якості та продуктивності дробоструминої обробки; провести техніко-економічну оцінку запропонованої автоматизованої системи.

## Матеріали і методи

Для досягнення мети використовувалися логічні методи пошукового конструювання, в яких переважали алгоритмічні правила аналізу, порівняння та узагальнення. Спочатку був застосований аспектичний підхід, що дозволяло при наявності досвіду творчого колективу виконавців акцентувати увагу на дослідженні найбільш вагомих складових технологічного процесу дробоструминної обробки вільних поверхонь. В подальшому був використаний принцип практичності, орієнтований на втілення результатів пошуку.

У ході досліджень використано онлайн-моніторинг за станом вже обробленої поверхні, зокрема точкової шорсткості поверхні, рівномірності її розподілення, наявності сторонніх включень на обробленій поверхні. За допомогою центрального мікроконтрольного модуля контролювалося дотримання необхідних режимів роботи для досягнення наперед заданої якості дробоструминої обробки. Окрім керування відповідно до заздалегідь обраних режимних параметрів, передбачалося адаптивне корегування функціонування роботизованого модуля, за принципом зворотного зв'язку, на підставі моніторингових даних від прецизійно-електронного засобу сканування обробленої поверхні.

## Результати та їх обговорення

Аналіз технологічних можливостей і фізичної сутності дробоструминої очистки металів у результаті руйнування поверхневого шару показує, що такий технологічний процес можна широко використовувати на підприємствах, розширюючи його можливості шляхом дослідження і запровадження нових технологічних і технічних рішень.

Для створення автоматизованих систем дробоструминої обробки необхідно чітко розуміти вихідні та наслідкові технологічні параметри (рис. 1), що визначають загальну оцінку даного технологічного процесу.

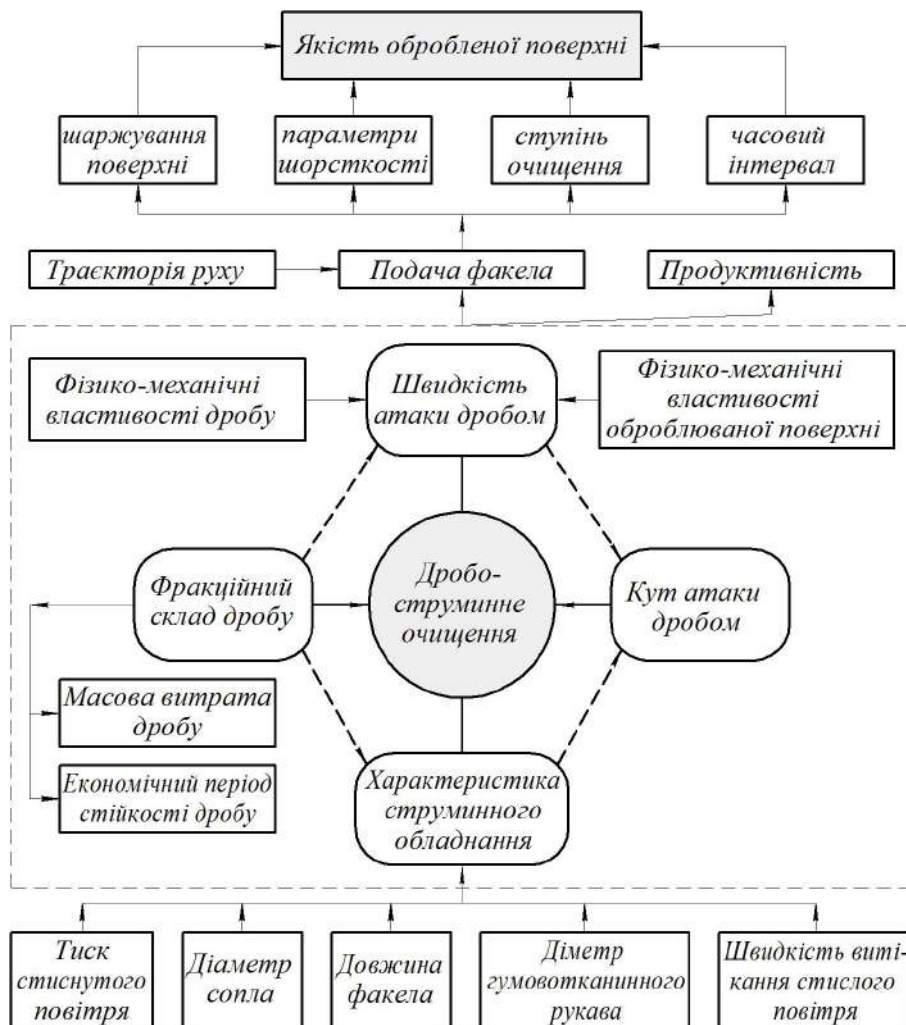


Рис. 1. Параметри, що визначають процес дробоструміння

Головними вихідними параметрами процесу, які задаються, є:

- кінетичні та динамічні характеристики дробоструминного обладнання;
- швидкість атаки дробом оброблюваної поверхні;
- кут атаки оброблюваної поверхні;
- фракційний склад дробу;

Не контролюваність деяких параметрів, таких як формування ядра струменя, розмірність руйнування, перекривання складно-сполучених поверхонь, зміна

фракційного складу дробу зношуванням в процесі дробоструміння призводить до певного впливу на контрольовані параметри [8]. Також, якість очищених сталевих поверхонь під захисне неметалеве покриття слід оцінювати, окрім показників загальноприйнятої шкали чистоти, і за допомогою таких додаткових критеріїв як: тимчасовий інтервал між процесом нанесення ґрунтового шару на очищену поверхню; рівномірність шорсткості поверхні за заданими геометричними параметрами; міра шаржування

поверхні осколками технічного дробу та граничні значення їх розмірів [22]. Такий взаємозалежний багатофакторний процес потребує особливої уваги до взаємоузгодження вихідних і наслідкових параметрів технології дробоструминня, як гарантії її оптимальної працездатності для отримання високої якості і продуктивності обробки поверхонь та підвищення керованості і автоматизації даного процесу.

На рис. 2 представлена технологічна схема автоматизованої системи дробоструминної обробки, що складається з: компресорної установки 1, ресивера 2, блока підготовки стислого повітря 3, дробоструминного апарату нагнітального типу 4, роботизованого модуля 5, пристрою для збору та регенерації відпрацьованого дробу 6; дистанційної системи керування 7.

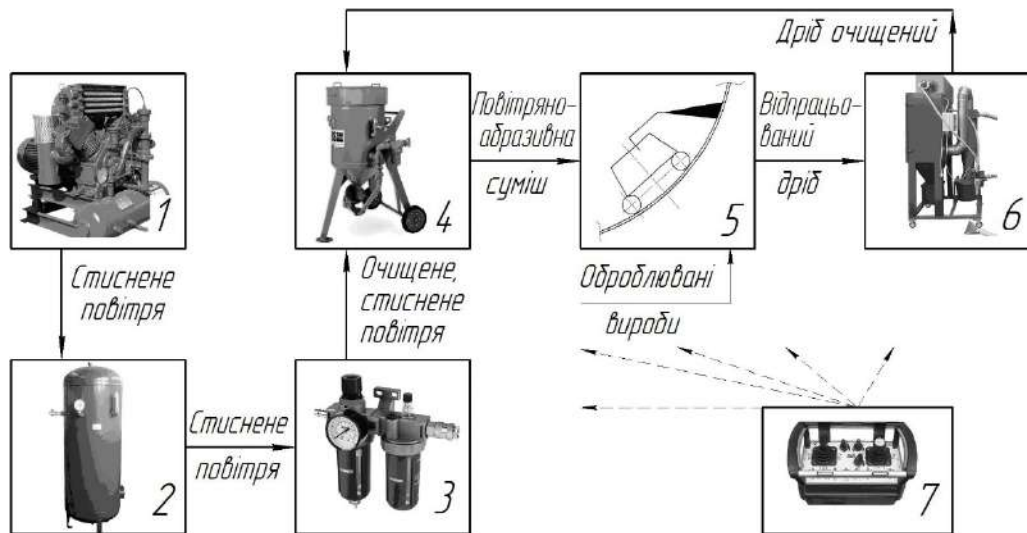


Рис. 2. Технологічна схема автоматизованого комплексу

Компресор безперервно постачає стиснене повітря в ресивер, що згладжує коливання тиску, який викликається пульсуючою подачею і переривчастою витратою. Блок підготовки стислого повітря, забезпечує осушення і очищення його від крапельок масла та твердих частинок, присутність яких може призвести до зниження якості виробничих процесів, часткової або повної неможливості проведення робіт.

Ефективність дробоструминного очищення може бути покращена, а витрата стислого повітря зменшена, якщо його підігріти до певної температури. Очищене, обезмаслене і при необхідності підігріте стисле повітря (2-ї групи забрудненості згідно ДСТУ 4169 : 2003) спрямовується до дробоструминного апарату, який оснащений дозатором абразивного матеріалу (дробу). Технічний дріб в необхідній концентрації подається через гумовотканинний рукав до дробоструминного сопла, закріпленого за допомогою тримача на корпусі робота-очисника, і у вигляді дробоструминного факела направляється на оброблювану поверхню виробу. Після дробоструминного очищення використаний дріб, збирається всмоктуючим наконечником в бункер-сепаратор дробоструминної установки, де поступово очищається від домішок, а потім надходить в дробоструминний апарат для подальшого використання. Забруднене пилом повітря в процесі дробоструминного очищення фільтрується, проходячи через циклон, далі через очищувач повітря, а потім викидається в навколишнє середовище.

Мобільний роботизований модуль 5, функціональна схема якого подана на рис. 3,

призначений для дистанційної обробки металевих поверхонь великогабаритних виробів вільних об'ємно-просторових форм із дотриманням технологічних вимог щодо продуктивності, якості обробки та мінімізації енергетичних та економічних витрат на виконання технологічної операції дробоструминня. Пересування та утримування модуля на довільно зорієнтованих до горизонту металевих поверхнях відбуватиметься під впливом притискувальної сили, що генерується магнітним полем електрокерованого магніту. При цьому належні тягово-зчіпні та кінематичні характеристики модуля забезпечуватиметься колісними рушіями з окремим для кожного привідним мотор-редуктором. Для збільшення зони обробки та підвищення продуктивності ДО на одиницю лінійного переміщення модуля передбачається колиально-обертовий механізм для сопла з дискретно-керованим кутом повороту. Колиально-обертовий механізм забезпечуватиме адаптивне до профілю оброблювальної поверхні позиціонування сопла.

Прецизійно-електронний засіб сканування оброблювальної поверхні призначений для здійснення онлайн-моніторингової функції за станом вже обробленої поверхні та сповіщення про її якість центральному мікроконтролерному модулю. Побудова засобу сканування відбуватиметься із залученням оптико-механічних засобів вимірювання параметрів якості стану поверхні, зокрема точкової шорсткості поверхні, рівномірності розподілення шорсткості по довжині та площині, наявності сторонніх включень на обробленій поверхні.

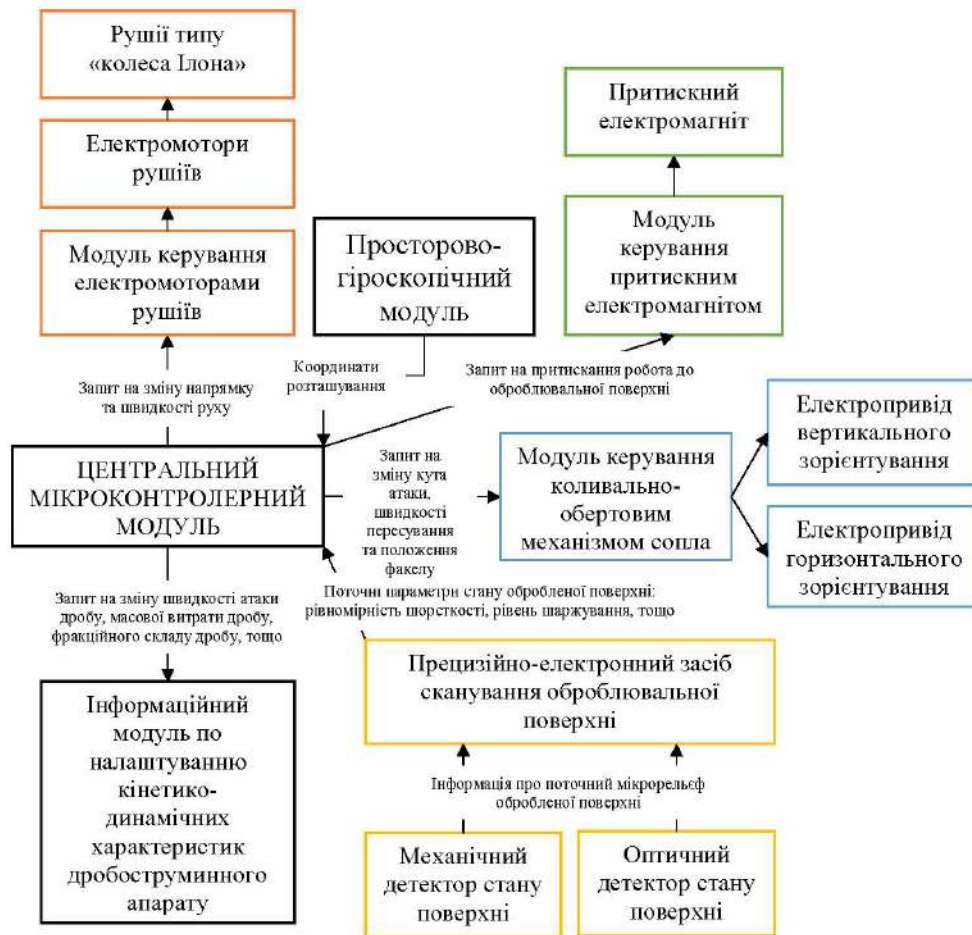


Рис. 3. Функціональна схема мобільного роботизованого модуля

Центральний мікроконтролерний модуль має функцію керування роботизованим модулем та його виконуючими органами за алгоритмом, що покликаний забезпечити дотримання необхідних та сформованих режимів роботи для досягнення наперед заданої якості дробоструминої обробки. Керування здійснюється не лише за чітко сформованою послідовністю виконання дій (розташування та коливання сопла, швидкість та характер переміщення роботизованого модуля, величина подачі дробу) відповідно до заздалегідь обрахованих режимних параметрів, але й реалізовується адаптивне корегування функціонування роботизованого модуля, за принципом зворотного зв'язку, за моніторинговими даними від прецизійно-електронного засобу сканування обробленої поверхні.

Для забезпечення злагодженої роботи роботизованого модуля потрібно дотримуватися необхідних та взаємоузгоджених режимів (параметрів) процесу дробоструминної обробки для досягнення наперед заданої якості поверхні, почергове встановлення яких подано в таблиці 1.

Систему живлення струминних апаратів періодично поповнюють свіжим дробом кожні відрізки часу, рівному  $t_m = 0,25T_{ек}$ , масою  $M_o = 0,1M_s$ .

Виходячи з розрахункових даних таблиці,

вибирають раціональну траєкторію та швидкість пересування відбитку факела по оброблюваній поверхні і розраховують технологічну собівартість.

Собівартість виготовлення виробу із низькоуглецевої сталі 10 з нанесеним скловидного покриттям товщиною 2 мм за нашими розрахунками є в рази менше порівняно з виробами із нержавіючих сталей. Зважаючи, що потужність заводів хімічного машинобудування в містах Полтава, Фастів, Чернівці, Сміла, дозволяють виробляти емальовану хімічну апаратуру із скловидним покриттям за емальованою площею понад 300 тис. м<sup>2</sup> на рік, економічний ефект складає значну суму. Застосування захисних неметалевих покриттів не обмежується хімічними апаратами, що значно збільшує економічний ефект. Машинобудівні заводи, при виробництві сталевих виробів з неметалевим захисними покриттями, потребують інноваційних технологічних рішень процесу дробоструминної обробки із застосуванням роботизованих засобів, які здатні контролювати якість обробленої поверхні в автоматичному режимі, що гарантуватиме міцність захисного покриття з металевою основою і суцільність бар'єрного шару. Зважаючи на те, що дробоструминна обробка є екологічно чистим технологічним процесом, отримані результати мають беззаперечну практичну цінність.

**Таблиця 1**

Покроковий алгоритм визначення раціональних технологічних режимів автоматизованого дробоструминного очищення

№ п/п	Технологічний параметр	Визначення параметру
1	Шорсткість поверхні	$R_z = \kappa_w \delta_{sp}$ , $\kappa_w = 0, 2 \dots 0, 4$ – коефіцієнт пропорційності; $\delta_{sp}$ – товщина сухого ґрунтового шару.
2	Діаметр дробу	$d_{op} = R_z / \psi$ , $\psi = 0, 05 \dots 0, 1$ – коефіцієнт пропорційності. Округлюють до найближчого більшого діаметру параметричного ряду дробу.
3	Кут атаки	$\alpha = \arctg \sqrt{(1 - k_e^2) / (0, 25 r_\alpha^2 \mu_s)}$ , $k_e$ – коефіцієнт відновлення швидкості дробу; $\mu_s$ – коефіцієнт тертя-ковзання; $r_\alpha = x_{max} / h_{ca}$ – коефіцієнт узгодження.
4	Швидкість атаки	$v = R_z \sqrt{k / m_{op}} / \sin \alpha$ , $v < v_{sp}$ , $k$ – коефіцієнт пружно-пластичності; $m_{op}$ – маса дробинки.
5	Діаметр отвору дробоструминого сопла	$d_c \geq 3(d_{op} + 1)$ , $d_{op}$ – діаметр дробинки. Округлюють до наступного значення з параметричного ряду діаметрів сопел.
6	Діаметр гумовотканинного рукава	$d_p = (3 \dots 4) d_c \geq 32 \text{ мм}$
7	Максимальна витрата стислого повітря	$B_{n,max} = \psi_{max} f_c \sqrt{p_0 \rho_0}$ , $\psi_{max}$ – коефіцієнт стану повітря; $p_0$ – тиск стислого повітря; $\rho_0$ – щільність стислого повітря при $p_0$ ; $f_c$ – площа отвору сопла.
8	Швидкість витікання стис. повітря	$v_{e,n} = B_{n,max} / (\rho_n f_c)$ , $\rho_n$ – щільність повітря на зрізі сопла.
9	Масова витрата дробу	$B_{op} = B_{n,max} M_k$ , $M_k$ – масова концентрація дробу в енергоносії.
10	Швидкість дробу на зрізі сопла	$v_0 = \sqrt{\rho_n f_c v_{e,n}^3 \eta / B_{op}}$ , $\eta$ – ККД передачі потужності в соплі від енергоносія до дробу.
11	Відстань від сопла до оброблюваної поверхні (довжина факела)	$l_\phi = -\frac{m_{op}}{k_{on}} (\ln v - \ln v_0) + a$ , $k_{on}$ – коефіцієнт пропорційності; $a$ – довжина початкової частини факела.
12	Діаметр (ширина) відбитку факела  Розрахункова ширина відбитку	$d_{aid} \approx 2l_\phi \text{tg} \gamma$ , $\gamma$ – кут розкриття факела.  $b_{aid} = d'_{aid} \approx 0, 8 d_{aid}$ .
13	Об'єм лунки	$w_s \approx \zeta_w \pi d_{op} R_z^2$ , $\zeta_w$ – коефіцієнт видовження лунки у наслідок косої атаки дробинки.
14	Об'ємна продуктивність	$Q_w = k_{pyin} w_s N_{op}$ , $k_{pyin}$ – коефіцієнт абразивного руйнування; $N_{op}$ – кількісна подача дробу через сопло.
15	Поверхнева продуктивність	$Q_f = Q_w / \delta_{np}$ , $\delta_{np} \geq R_z$ – товщина шару видаленого металу.
16	Швидкість переміщення (подача) відбитку факела	$v_{nod} = Q_f / b_{aid}$
17	Міра шаржування, (шт/м <sup>2</sup> )	$N_u = \zeta (v \sin \alpha)^2 (1 - k_e^2) n_{oc} B_{op} / Q_f$ , $\zeta$ – коефіцієнт пропорційності; $n_{oc}$ – кількість осколків, що утворюються, від однієї дробинки.
18	Економічний період стійкості дробу	$T_{ek} = \frac{0, 4 k_{cp} M_s n v^2 \sin^2 \alpha (1 - k_e^2) (1 - \eta) k_{pyin}}{Q_w \sigma_s}$ , $k_{cp}$ – коефіцієнт середніх втрат; $n$ – число циклів використання дробу; $\eta$ – коефіцієнт, що враховує втрати на внутрішнє тертя в матеріалі виробу; $\sigma_s$ – динамічна межа текучості матеріалу виробу.

## Висновки

Розроблено алгоритм взаємоузгодження вихідних і наслідкових параметрів дробоструміння та удосконалено із застосуванням робототехнічної системи технологію підготовки вільних поверхонь металевих виробів для нанесення на них стійких неметалевих покриттів.

У порівнянні з існуючими аналогами запропоноване технічне рішення процесу дробоструміння має такі переваги:

- широке використання для дробострумінного очищення внутрішніх поверхонь емнісної апаратури;
- онлайн-моніторинг центральним мікроконтролерним пристроєм за станом оброблюваної поверхні, зокрема точкової шорсткості поверхні, рівномірності розподілення шорсткості по площині, наявності сторонніх включень, що зумовлює дотримання необхідних або зміну режимів роботи для досягнення наперед заданої якості дробострумінної обробки;
- мінімізація впливу людського фактору на процес;
- зменшення технологічного часу на обробку виробу, що призводить до відмови від активізації очищеної поверхні перед безпосереднім нанесенням захисного неметалевого покриття.

*Перспективи подальших досліджень.* Подальші дослідження пов'язані з розробкою проекту робототехнічного комплексу дробострумінної обробки, створенням дослідного зразка та апробацією робототехнічної автоматизованої системи підготовки робочих поверхонь металовиробів для нанесення на них захисних стійких покриттів.

## Конфлікт інтересів

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

## References

1. Talbot, D. E. J., & Talbot, J. D. R. (2018). *Corrosion Science and Technology*. 3rd edn. <https://doi.org/10.1201/9781351259910>
2. Kubler, R. F., Berveiller, S., Bouscaud, D., Guiheux, R., Patoor, E., & Puydt, Q. (2019). Shot peening of TRIP780 steel: Experimental analysis and numerical simulation. *Journal of Materials Processing Technology*, 270, 182–194. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2019.02.031>
3. Novikov, F. V., & Andilakhai, O. O. (2014). *Osnovy strumynno-abrazivnoi obrobky dribnykh detalei*. Kharkiv: Vyd KhNEU im. S. Kuznetsia [in Ukrainian]
4. Chen, J. S., Desai, D. A., Heys, S. P., & Pietra, F. (2019). Literature review of numerical simulation and optimisation of the shot peening process. *Advances in Mechanical Engineering*, 11 (3), 1–19. <https://doi.org/10.1177/1687814018818277>
5. Rajput, A., Ak, M., Kim, S. J., Noh, S. H., Park, J. H., & Paik, J. K. (2019). Effects of the surface preparation on the life of epoxy coating in steel ship plates: an experimental study. *Ships and Off-shore Structures*, 14 (sup1), 199–206. <https://doi.org/10.1080/17445302.2019.1565072>

6. Mikulonok, O. I. (2012). *Vyhotovlennia, montazh ta ekspluatatsiia obladnannia khimichnykh vyrobnystv*. Kyiv: NTUU «KPI» [in Ukrainian]
7. Andilayah, O. (2022). Increasing the efficiency of finishing jet and abrasive processing of small parts. *Bulletin of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" Series: Techniques in a Machine Industry*, 2, 9–17. [https://doi.org/10.20998/2079-004x.2021.2\(4\).02](https://doi.org/10.20998/2079-004x.2021.2(4).02)
8. Provolokij, A. E. (1989). *Strujno-abrazivnaya obrabotka detalej mashin*. Kiev: Tehnika [in Russian]
9. Sarbuchev, I. (2018). Obitaemye strujno-abrazivnye kamery. *Konstruksiya i tipy. Oborudovanie Razrabotki Tehnologii*, 4, 19–22. [in Russian]
10. Goranskij, G. G., Tolstyak, E. H., & Sarancev, V. V. (2006). Razrabotka tehnologij i oborudovaniya dlya podgotovki poverhnosti v UP «Tehnopark BNTU «Metolit». *Lite i Metallurgiya*, 1, 165–169. [in Russian]
11. Pike, R. (2001). Patent № 6213134 US. *Interior tank car cleaning apparatus*. Retrieved from: <https://patentimages.storage.googleapis.com/de/03/67/2cb7b8956695dc/US6213134.pdf>
12. Moulder, J. E. (1996). Patent № 5518553 US. *Storage tank cleaning and stripping apparatus and method*. Retrieved from: <https://patentimages.storage.googleapis.com/b3/08/14/78e20500462221/US5518553.pdf>
13. Pilyugin, Yu. S. (1985). Avtorskoe svidetelstvo № 1294398 SU. *Ustrojstvo dlya ochistki vnutrennej poverhnosti truboprovoda*. Retrieved from: <https://patentimages.storage.googleapis.com/97/ad/e1/f908d406518c1a/SU1294398A1.pdf> [in Russian]
14. Klapper, M., & Hlikha, V. (2005). Patent № 73573 UA. *Device for cleaning reservoirs from radioactive waste*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/386368/>
15. Christ, B., Witing, H., & Rieck, R. (2005). Patent № 86351 UA. *Method and device for removing sediments from tank*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/423314/>
16. Kushnir, V. O., Kondratenko, Y. P., Topalov, A. M., Herasin, O. S. (2015). Patent № 100341 UA. *Mobile robot for mechanical clearing ship hull*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/879076/>
17. Goryk, O. V., Cherniavskiy, A. M., Brykun, O. M., Cherniak, R. Y., Kovalchuk, S. B., & Shulianskiy, H. A. (2017). Patent № 114152 UA. *Samokhidnyi modul dlia drobostrumynnoho ochyshchennia*. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/713328/> [in Ukrainian]
18. Goryk, A., Koval'chuk, S., Brykun, O., & Chernyak, R. (2020). Viscoelastic resistance of the surface layer of steel products to shock attack of a spherical pellet. *Key Engineering Materials*, 864, 217–227. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.864.217>
19. Gorik, A. V., Zinkovskii, A. P., Chernyak, R. E., & Brikun, A. N. (2016). Elastoplastic deformation of the surface layer of machinery constructions on shot blasting. *Strength of Materials*, 48 (5), 650–657. <https://doi.org/10.1007/s11223-016-9808-6>
20. Li, Z., Yang, F., Liu, Y., & Gao, Y. (2019). Numerical Simulation of Derusting Treatment of Steel Parts By Shot Blast. *Computer Modeling in Engineering & Sciences*, 120 (1), 157–175. <https://doi.org/10.32604/cmes.2019.05187>
21. Srinivas Reddy, P., Ravi Kumar, P., Prasad, D. V. S. S. V., Saroja Rani, Bh., Narayana Gupta, CH. LDS., Daniel Das, A., & Subbiah, R. (2023). Effect of parameters and surface analysis on eglin steel by shot blasting method. *Materials Today: Proceedings*, 72, 2833–2836. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.07.248>
22. Goryk, O., Koval'chuk, S., Brykun, O., & Aksonov, S. (2022). Assessment of quality criteria of shot blasting cleaning of the inner surfaces of chemically resistant containers. *Advances in Mechanical and Power Engineering*, 98–107. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-18487-1\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-031-18487-1_10)

## ORCID

- O. Goryk  <https://orcid.org/0000-0002-2804-5580>  
O. Brykun  <https://orcid.org/0000-0001-5213-9440>  
O. Ivanov  <https://orcid.org/0000-0002-1761-9913>  
S. Koval'chuk  <https://orcid.org/0000-0003-4550-431X>  
V. Muravlov  <https://orcid.org/0000-0002-3221-0411>



© 2023 Goryk O. 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. 2***

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. 15,4. Тираж 200 пр. Зам. № 2.  
Видавець і виготовлювач: Полтавський державний аграрний університет.  
Адреса: 36003, м. Полтава, вул. Сквороди, 1/3.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7933 від 13.09.2023 р.